

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Možnost koordinace činnosti SSZ  
na komunikacích I/26 ve městě Plzeň

Bc. Přemysl Plachý

Diplomová práce

2018

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Přemysl Plachý**  
Osobní číslo: **D14601**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**  
Název tématu: **Možnost koordinace SSZ na komunikacích I/26 ve městě  
Plzeň**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Současný stav dopravního provozu
2. Návrh opatření a signálních plánů
3. Zhodnocení navržených opatření

Závěr

Rozsah grafických prací: 4 - 5

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. LEDVINOVÁ, M.: Teorie dopravy. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013
2. ČERNÁ, A., ČERNÝ, J.: Manažerské rozhodování o dopravních systémech. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014
3. BULÍČEK, J., LEDVINOVÁ, M.: Řešené příklady z teorie a řízení dopravy. Univerzita Pardubice, 2013
4. TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích, vyd. 3., 2015
5. TP 123 Zjišťování kapacity pozemních komunikací, a návrhy na odstranění kongescí, CityPlan spol. s r. o., Praha, 1999
6. TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, vyd. 2., 2012
7. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
8. Data z celostátního sčítání dopravy 2010, Ředitelství silnic a dálnic ČR.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Josef Bulíček, Ph.D.**

Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce:

**5. února 2018**

Termín odevzdání diplomové práce:

**18. května 2018**

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.

děkan

L.S.

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 5. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 16. 05. 2018

Bc. Přemysl Plachý

Poděkování:

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Josefu Bulíčkoví, Ph.D., za trpělivost, ochotu, vstřícnost, podporu, pomoc a veškerý věnovaný čas při jejím psaní. Děkuji za všechna jeho doporučení a podněty ohledně jejího zpracování.

Dík patří i všem blízkým, přátelům, kamarádům a kolegům, kteří mi po celou dobu studia pomáhali a podporovali mne.

Poděkování patří firmě EDIP s. r. o., jmenovitě Ing. Janě Bartošové, za poskytnutí softwaru EDIP-eL, ve kterém byly vytvořeny kartogramy křižovatek.

Rovněž děkuji zaměstnancům Správy veřejného statku města Plzně za poskytnuté materiály.

Zvláštní poděkování patří Ing. Edvardu Březinovi.

## ANOTACE

Diplomová práce se zabývá prověřením možnosti koordinace činnosti světelného signalizačního zařízení na trase průtahu č. I/26 městem Plzeň. Práce je zaměřena především na popis charakteristik dopravního proudu v daných úsecích, zjištění parametrů doby jízdy, na popis a případnou kvantifikaci vybraných prvků chování účastníků dopravního provozu. Koordinace signálních plánů je založena na optimalizačních výpočtech.

## KLÍČOVÁ SLOVA

kongesce; koordinace; křižovatky; světelné signalizační zařízení; zelená vlna;

## TITLE

The possibility to coordinate traffic lights on the road I/26 in the city of Plzen

## ANNOTATION

This thesis is aimed at possibilities of coordination of light signalization equipment functioning on the route draft I/26 through the city Pilsen. The work is focused on a specification of characteristics of a traffic flow at given sections, finding of travelling time, description and eventual quantification of selected elements of traffic subscriber's behaviour. The coordination of signal plans is based on optimization calculations.

## KEYWORDS

congestion; coordination; junction; traffic light; green wave

# Obsah

Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek.....	11
Seznam zkratek.....	14
Úvod.....	15
1 Vymezení oblasti.....	17
1.1 Komunikace ve vlastnictví státu.....	17
1.2 Komunikace ve vlastnictví Plzeňského kraje a města Plzeň.....	18
1.3 Světelná signalizace.....	19
1.4 Další koordinované linie.....	19
1.5 Průtah I/26.....	20
1.5.1 Řešený úsek průtahu I/26.....	20
1.5.2 Křižovatky.....	21
1.5.3 Intenzita dopravy na řešeném úseku.....	21
2 Současný stav infrastruktury a provozu.....	24
2.1 Křižovatky obecně.....	24
2.1.1 Základní pojmy.....	24
2.1.2 Dělení křižovatek.....	27
2.2 Křižovatky na řešeném úseku.....	28
2.2.1 Křižovatka K1 Sirková.....	30
2.2.2 Křižovatka K2 Lobežská.....	35
2.2.3 Křižovatka K3 Gambrinus.....	39
2.2.4 Křižovatka K4 Jateční.....	42
2.2.5 Křižovatka K5 Pietas.....	46
2.2.6 Křižovatka K6 Jiřinová.....	49
2.2.7 Křižovatka K7 Hřbitovní.....	52
2.2.8 Křižovatka K8 Tesco.....	55
2.3 Další důležitá místa na řešeném úseku.....	58
2.4 Jízdní doby mezi křižovatkami.....	60
2.5 Faktory ovlivňující možnost koordinace na řešeném úseku.....	62
3 Tvorba signálních plánů křižovatek.....	65

3.1	Podklady pro tvorbu signálních plánů.....	65
3.2	Signální plány křižovatek a jejich tvorba .....	68
3.2.1	Určení optimální sestavy fázových skupin .....	68
3.2.2	Stanovení pořadí fázových skupin .....	76
3.2.3	Určení minimální doby trvání signálu „Volno“ .....	92
3.3	Koordinování činnosti SSZ .....	97
3.3.1	Dopravní značení na úseku s koordinovanou činností SSZ .....	97
3.3.2	Tvorba návrhu řešení koordinace činnosti SSZ .....	101
3.3.3	Návrh řešení koordinace činnosti SSZ na úseku komunikace I/26.....	103
3.3.4	Zhodnocení navrženého řešení .....	105
	Závěr .....	107
	Seznam použitých informačních zdrojů.....	108
	Seznam příloh .....	111



## Seznam obrázků

Obrázek 1 Komunikace na území města Plzně podle kategorií .....	18
Obrázek 2 Řešený úsek průtahu I/26.....	20
Obrázek 3 Grafický přehled vývoje intenzit.....	22
Obrázek 4 Dělení křižovatek podle tvaru křížení .....	28
Obrázek 5 Screen výřezu souboru s daty z dopravních detektorů pro křižovatku K1 Sirková .	29
Obrázek 6 Schéma křižovatky K1 Sirková .....	32
Obrázek 7 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K1 Sirková .....	34
Obrázek 8 Schéma křižovatky K2 Lobežská .....	36
Obrázek 9 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K2 Lobežská .....	38
Obrázek 10 Schéma křižovatky K3 Gambrinus .....	39
Obrázek 11 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K3 Gambrinus .....	41
Obrázek 12 Schéma křižovatky K4 Jateční.....	43
Obrázek 13 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K4 Jateční.....	45
Obrázek 14 Schéma křižovatky K5 Pietas .....	46
Obrázek 15 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K5 Pietas .....	48
Obrázek 16 Schéma křižovatky K6 Jiřinová.....	49
Obrázek 17 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K6 Jiřinová.....	51
Obrázek 18 Schéma křižovatky K7 Hřbitovní.....	52
Obrázek 19 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K7 Hřbitovní.....	54
Obrázek 20 Schéma křižovatky K8 Tesco.....	55
Obrázek 21 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K8 Tesco.....	57
Obrázek 22 Graf celkových intenzit .....	67
Obrázek 23 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K3 Gambrinus .....	69
Obrázek 24 Vyznačené maximální kompletní podgrafy pro křižovatku K8 Tesco.....	70
Obrázek 25 Screen listu MS Excel se zadanými vstupními údaji pro vyhledání maximálních kompletních podgrafů .....	71
Obrázek 26 Náhled zapsaného makra .....	72
Obrázek 27 Screen listu MS Excel se zadanými vstupními údaji pro vyhledání .....	74
Obrázek 28 MS Excel, okno nástroje Řešitel.....	75

Obrázek 29 MS Excel – náhled části zadaných střídaní .....	76
Obrázek 30 Část okna s řešením vypočítaným nástrojem Řešitel.....	93
Obrázek 31 Screen okna nástroje Řešitel se zadanými parametry výpočtu .....	94
Obrázek 32 Hradec Králové .....	99
Obrázek 33 Návěstidlo SSZ v Hradci Králové .....	100
Obrázek 34 Základní sestava fází .....	102
Obrázek 35 Alternativní sestava fází.....	102
Obrázek 36 Excel.....	103

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled SSZ v Plzni.....	19
Tabulka 2 Přehled SSZ na řešeném úseku I/26.....	21
Tabulka 3 Vývoj intenzity dopravy na řešeném úseku I/26.....	22
Tabulka 4 Přehled společných dopravních detektorů na křižovatkách .....	30
Tabulka 5 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K1 Sirková.....	33
Tabulka 6 Konfigurace SSZ K1 Sirková .....	33
Tabulka 7 tabulka křižovatkových mezičasů [s] K2 Lobežská .....	37
Tabulka 8 Konfigurace SSZ K2 Lobežská .....	38
Tabulka 9 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K3 Gambrinus.....	40
Tabulka 10 Konfigurace SSZ K3 Gambrinus .....	41
Tabulka 11 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K4 Jateční .....	44
Tabulka 12 Konfigurace SSZ K4 Jateční.....	44
Tabulka 13 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K5 Pietas.....	47
Tabulka 14 Konfigurace SSZ K5 Pietas .....	48
Tabulka 15 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K6 Jiřinová.....	50
Tabulka 16 Konfigurace SSZ K6 Jiřinová.....	50
Tabulka 17 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K7 Hřbitovní .....	53
Tabulka 18 Konfigurace SSZ K7 Hřbitovní.....	53
Tabulka 19 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K8 Tesco .....	56
Tabulka 20 Konfigurace SSZ K8 Tesco.....	56
Tabulka 21 Vzdálenosti mezi křižovatkami.....	58
Tabulka 22 Jízdní doby mezi křižovatkami [s]- data z průzkumu.....	61
Tabulka 23 Průměrné jízdní doby mezi křižovatkami [s] .....	61
Tabulka 24 Celkové intenzity na křižovatkách .....	66
Tabulka 25 Počet nalezených maximálních fázových skupin pro jednotlivé křižovatky .....	73
Tabulka 26 Příklad pokrývací matice pro křižovátku K8 Tesco .....	73
Tabulka 27 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F3, F6, F9 .....	77
Tabulka 28 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F3, F7, F8 .....	77
Tabulka 29 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	78

Tabulka 30 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F14, F16.....	79
Tabulka 31 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F10, F16.....	79
Tabulka 32 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F11, F16.....	79
Tabulka 33 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F15, F16.....	79
Tabulka 34 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F8, F14.....	79
Tabulka 35 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F8, F15.....	79
Tabulka 36 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F9, F11.....	79
Tabulka 37 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F9, F10.....	79
Tabulka 38 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	80
Tabulka 39 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	81
Tabulka 40 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	82
Tabulka 41 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	83
Tabulka 42 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	84
Tabulka 43 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F3, F4, F10.....	85
Tabulka 44 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F4, F6, F10.....	85
Tabulka 45 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F3, F5 F8.....	85
Tabulka 46 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F5, F6, F8.....	85
Tabulka 47 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	85
Tabulka 48 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F5, F8, F25.....	86
Tabulka 49 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F8, F11, F25.....	86
Tabulka 50 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F8, F12, F25.....	86
Tabulka 51 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F5, F9, F16.....	86
Tabulka 52 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F9, F12, F16.....	86
Tabulka 53 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F9, F11, F16.....	86
Tabulka 54 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F4, F9, F16.....	87
Tabulka 55 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F4, F8, F25.....	87
Tabulka 56 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	87
Tabulka 57 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	88
Tabulka 58 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F2, F4.....	89
Tabulka 59 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F4, F5.....	89
Tabulka 60 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	89

Tabulka 61 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F7, F8.....	90
Tabulka 62 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F4, F7.....	90
Tabulka 63 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	90
Tabulka 64 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F4, F5.....	91
Tabulka 65 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	91
Tabulka 66 Pořadí střídání fází v rámci cyklu.....	91
Tabulka 67 Časy průjezdů .....	101
Tabulka 68 Doby zdržení před výpočtem .....	104
Tabulka 69 Doby zdržení po výpočtu nástrojem Řešitel.....	104
Tabulka 70 Doby zdržení z průzkumu prováděného SVSMP .....	104
Tabulka 71 Doby zdržení při upřednostnění směru z centra města.....	105

## Seznam zkratek

BUS	Dopravní prostředky MHD - společně autobus a trolejbus
ČR	Česká republika
DFJP	Dopravní fakulta Jana Pernera
DP	Diplomová práce
EU	Evropská unie
KTŘD	Katedra technologie a řízení dopravy
MHD	Městská hromadná doprava
MK	Místní komunikace
NC	Nákupní centrum
OC	Obchodní centrum
RPDI	Roční průměr denních intenzit dopravy (aritmetický průměr denních intenzit dopravy všech dnů v roce)
Sb.	Sbírka zákonů
SG	Signální skupina (Signalgruppe)
SRN	Spolková republika Německo
SSZ	Světelné signalizační zařízení
SUDOP	Státní ústav dopravního projektování
SVSMP	Správa veřejného statku města Plzně
TP	Technické podmínky
TRAM	Dopravní prostředky MHD – tramvaje
UPce	Univerzita Pardubice

## Úvod

Krajské město Plzeň je svou rozlohou i počtem obyvatel čtvrtým největším v České republice a druhým největším v Čechách. Výrazně dominuje životu na západě ČR, kde je centrem obchodu, průmyslu, kultury a státní správy a samosprávy. Jako takové je přirozeně cílem mnoha cest obyvatel bližšího i vzdálenějšího okolí a samozřejmě významnou dopravní křižovatkou, a to jak v dopravě železniční, tak silniční.

Právě silniční doprava a její intenzita však do města přináší i řadu nemalých problémů, které následně ovlivňují jeho chod a ovlivňují tak kvalitu života v něm. Jedním z těchto problémů jsou kongesce, k jejichž tvorbě dochází v blízkosti křížení dvou nebo více významných komunikací, a to zejména v časech ranní a odpolední špičky.

Moderní technika v podobě pokročilých systémů řízení světelných křižovatek však může podobné problémy pomoci eliminovat.

Cílem této diplomové práce je prověřit možnost zavedení koordinace činnosti světelného signalizačního zařízení na části průtahu I/26 městem Plzeň, a to v úseku od začátku (konce) obce Plzeň, respektive od křižovatky ulice Rokycanská s ulicí U Zahrádek, po křižovatku ulice U Prazdroje s ulicemi Tyršova, Pražská a Sirková.

Při zpracování diplomové práce bylo využito dat laskavě poskytnutých příspěvkovou organizací města „Správa veřejného statku města Plzně“, dále dat veřejně dostupných a dohledatelných, ale i dat získaných provedením vlastních dopravních průzkumů přímo v terénu. Ten byl prováděn v měsících září a říjen 2015 a březen 2016.

Dále byly využity internetové zdroje, zejména pro získání ohlasů a zkušeností ze zahraničí. Vlastní zahraniční zkušenost pak byla získána ve Spolkové republice Německo, v městě Mülheim a. d. Ruhr, kde jsem uskutečnil návštěvu v měsíci červenci roku 2015.

V rámci objektivitu je třeba uvést, že v době první ústní konzultace k výběru tématu diplomové práce neměl autor informace o studii SVSMP týkající se možnosti zavedení „zelené vlny“ na Rokycanské v Plzni. Tato studie však zahrnovala i křižovatku ulic

Tyršova - sady 5. května, tedy o jednu křižovatku víc. Tento průzkum byl prováděn z jedoucího vozidla, kdy při průjezdu stopčárkou byl zaznamenán čas průjezdu (v případě zastavení byl tento čas odečten) (1).



# 1 Vymezení oblasti

Město Plzeň (k 1. 1. 2015 169 033 obyv. (2)) je zároveň krajským městem pro 575 123 (3) obyvatel Plzeňského kraje (údaj platný k 1. 1. 2015). V Plzni je historicky rozvinutá průmyslová i jiná výroba, je sídlem mnoha úřadů, institucí, škol a nemocnic.

Z pohledu dopravy je křižovatkou významných spojení, vzhledem k zaměření této diplomové práce jsou dále uvedena pouze spojení silniční.

## 1.1 Komunikace ve vlastnictví státu

Nejvýznamnější komunikace, které procházejí Plzní, jsou ty, které tvoří republikovou síť silnic I. třídy. Jejich vlastníkem je Česká republika. Kromě dálnice D5, která není uvedena záměrně, neboť neprochází přímo intravilánem města (ale tvoří jeho obchvat), to jsou:

- pozemní komunikace I/20 - její celou délku v ČR využívá k vedení své trasy mezinárodní silnice E49. Ta spojuje města Magdeburk, Plavno (obě SRN), Plzeň, Písek, Č. Budějovice a Vídeň (Rakousko),
- pozemní komunikace I/27 - spojuje hraniční přechod se SRN v Železné Rudě s městem Dubí u Teplic, kde se napojuje na silnici I/8. Na své trase prochází městy Klatovy, Plzeň, Žatec, Most a Litvínov. Po této komunikaci je v úseku z Plzně na zmíněný hraniční přechod v Železné Rudě vedena evropská trasa E53, která dále pokračuje přes města Deggendorf a Landshut do Mnichova (vše SRN),
- pozemní komunikace I/26 - jedná se o komunikaci, která před dokončením dálničního obchvatu města Plzně (stavba 0510, sjezd 67 Ejpovice – sjezd 89 Sulkov (4)) sloužila jako hlavní tah pro tranzitní dopravu. Ve směru od Prahy, resp. Ejpovic, byl tranzit veden po ulicích Rokycanská, U Prazdroje, Tyršova, Jízdecká, Přemyslova, Skvrňanská a Domažlická k pokračování dálnice D5 na Sulkově. Dálnice je součástí mezinárodní trasy E50 Brest – Paříž (obojí Francie) – Norimberk (SRN) – Plzeň – Praha – Košice – Doněck (Ukrajina) – Machačkala (Rusko). Rovněž je součástí IV. panevropského koridoru, resp. jeho větve A, která vede z Norimberka (SRN) přes Plzeň a Prahu do Bratislavy (Slovensko), Budapešti (Maďarsko) a dále do Rumunska, Řecka a Turecka.

I přesto, že otevřením dálnice D5 došlo k odlivu významné části především tranzitní dopravy z průtahu I/26, zůstává tato komunikace jednou z nejdůležitějších a nejrušnějších součástí dopravní sítě na území města Plzně, a proto si zaslouží náležitou pozornost.

## 1.2 Komunikace ve vlastnictví Plzeňského kraje a města Plzeň

Na území města se dále nacházejí 4 silnice II. třídy (směrem na Nýřany, Stříbro, Zruč a Chrást u Plzně) a 14 silnic III. třídy. Vlastníkem těchto silnic je Plzeňský kraj.

Ve vlastnictví města jsou pak všechny (ostatní) místní komunikace.

Na obrázku č. 1 je patrná síť důležitých komunikací na území města Plzně, barevně rozčleněná podle kategorií. Purpurovou barvou je znázorněna dálnice D5 tvořící obchvat města Plzně, červeně jsou zvýrazněny úseky komunikací I. třídy, modrou barvou pak komunikace II. třídy. Významnější komunikace III. třídy jsou vyznačeny žlutou barvou, ostatní nejsou barevně odlišeny. Zeleným obdélníkem je přibližně zvýrazněn řešený úsek komunikace I/26.



Obrázek 1 Komunikace na území města Plzně podle kategorií

Zdroj: (5), úprava autor

### 1.3 Světelná signalizace

V Plzni je na řadě míst řízen provoz na křižovatkách pozemních komunikací světelným signalizačním zařízením. Tabulka č. 1 poskytuje celkový přehled o světelném signalizačním zařízením v Plzni:

Tabulka 1 Přehled SSZ v Plzni

Světelných signalizačních zařízení celkem:	92
V koordinaci:	53
S dynamickým řízením	89
Řízených dopravní ústřednou	81
S preferencí MHD	60
Samostatně řízené přechody pro chodce	5

Zdroj: autor s využitím (6)

Na řešeném úseku komunikace I/26 se nachází celkem 8 křižovatek řízených SSZ, což je téměř 10 % z počtu křižovatek v Plzni, které jsou řízeny dopravní ústřednou. I to podtrhuje významnost komunikace.

Přehled křižovatek se SSZ na řešeném úseku průtahu I/26 je uveden v podkapitole 1.5.2.

### 1.4 Další koordinované linie

Jak je patrné z obrázku č. 1, městu Plzeň chybí další části vnějšího městského okruhu (především západní okruh, jehož výstavba je plánována na roky 2019 – 2022 (7)). Všechny významné komunikace (s výjimkou dálnice D5) jsou tak vedeny do centra města, kde dochází k jejich křížení. V ranních hodinách má převažující intenzitu směr dopravy do města a jeho centra, kam dojíždějí lidé z okolních obcí za prací, naopak v odpoledních hodinách je převažující intenzita směrem z města. Na území Plzně by bylo vhodné zřídit několik dalších koordinovaných linií, které by usnadnily především výjezd z města (ulice Karlovarská – Gerská – Studentská, ulice Klatovská, ulice Mikulášská – Slovanská – Nepomucká). Správa veřejného statku města Plzně se průběžně možnostmi zavedení koordinovaného řízení zabývá (8) (9) (10).

## 1.5 Průtah I/26

Celý průtah komunikace I/26 (měřeno od sjezdu č. 67 po sjezd č. 89 dálnice D5) je dlouhý 18 km. Z této délky je zhruba 10 km vedeno přímo městem, zbývajících 8 km jsou mimoměstské navazující úseky (přiváděče k dálničním nájezdům č. 67 a č. 89). S výjimkou úseku přibližně od křižovatky s ulicí Na Pile po okružní křižovatku u OC Makro (ulice Regensburská, Domažlická, Obchodní a Folmavská, délka ca 2,7 km) je celý průtah městem, včetně navazujících úseků, veden jako čtyřpruhový a směrově rozdělený. Kromě jiných je na něm 16 křižovatek se světelným signalizačním zařízením a jedno úroňové křížení s železniční tratí Plzeň – Domažlice – Furth im Wald. Přejezd je zabezpečen přejezdovým zabezpečovacím zařízením s polovičními závorami, ale v rámci přestavby a modernizace železničního uzlu Plzeň, která v současné době probíhá, dojde k jeho odstranění, resp. bude nahrazen silničním nadjezdem.

### 1.5.1 Řešený úsek průtahu I/26

Pro prověření možnosti zavedení koordinace řízení SSZ byla zvolena ca 3,6 km dlouhá část, podle vztahu k poloze centra města směrem na Prahu. Řešený úsek je ohraničený křižovatkami ulic Rokycanská a U Zahrádek (první světelná křižovatka na území města Plzně, na obr. č. 2 označeno červeným bodem 1), na druhém konci pak komplikovanou křižovatkou ulic U Prazdroje (pokračující v hlavním směru jako Tyršova) a ulic Pražská a Sirková (na obr. č. 2 označeno červeným bodem 2).



Obrázek 2 Řešený úsek průtahu I/26

### 1.5.2 Křižovatky

V tabulce č. 2 je seznam křižovatek se SSZ na řešeném úseku průtahu I/26. Kvůli přehlednosti bude nadále v celé diplomové práci používáno jednotné označování křižovatek tak, jak je uvedeno ve sloupci „OZNAČENÍ V DP“, tedy jak číslem, tak zkráceným názvem. Vlastní číslování je provedeno směrem z centra města k jeho konci.

Tabulka 2 Přehled SSZ na řešeném úseku I/26

Označení v DP		Označení v materiálech		Ulice	
číslo	název	číslo	název	hlavní	vedlejší
K1	Sirková	K111	U Prazdroje – Sirková	U Prazdroje, Tyršova	Pražská, Sirková
K2	Lobezská	K112	U Prazdroje – Lobezská	U Prazdroje	Lobezská
K3	Gambrinus	K113	U Prazdroje – Gambrinus	U Prazdroje	bez názvu
K4	Jateční	K401	Rokycanská – Jateční	U Prazdroje, Rokycanská	Jateční, Cvokařská
K5	Pietas	K403	Rokycanská – Masarykova	Rokycanská	Masarykova, Dlouhá
K6	Jiřinová	K405	Rokycanská – Jiřinová	Rokycanská	Jiřinová
K7	Hřbitovní	K406	Rokycanská – Hřbitovní	Rokycanská	Hřbitovní, Vyhlídková
K8	Tesco	K439	Rokycanská – Tesco	Rokycanská	U Zahrádek

Zdroj: autor s využitím materiálů SVSMP

### 1.5.3 Intenzita dopravy na řešeném úseku

Následující tabulka (tabulka č. 3) byla zpracována na základě údajů získaných z pentlogramů intenzit dopravy, které sestavuje město Plzeň podle výsledků vlastních sčítání intenzity automobilové dopravy. Tyto průzkumy jsou prováděny na určených místech vybraných komunikací (12). V úseku, který je řešen v této diplomové práci, je určeno pět sčítacích profilů (označení v tabulce č. 3 provedeno v souladu s tabulkou č. 2). Uváděná čísla jsou celková, průměrná, zaokrouhlená, za oba směry v průměrný 24 hodinový pracovní den. Barevně zvýrazněný sloupec je profilem s nejvyšší intenzitou dopravy.

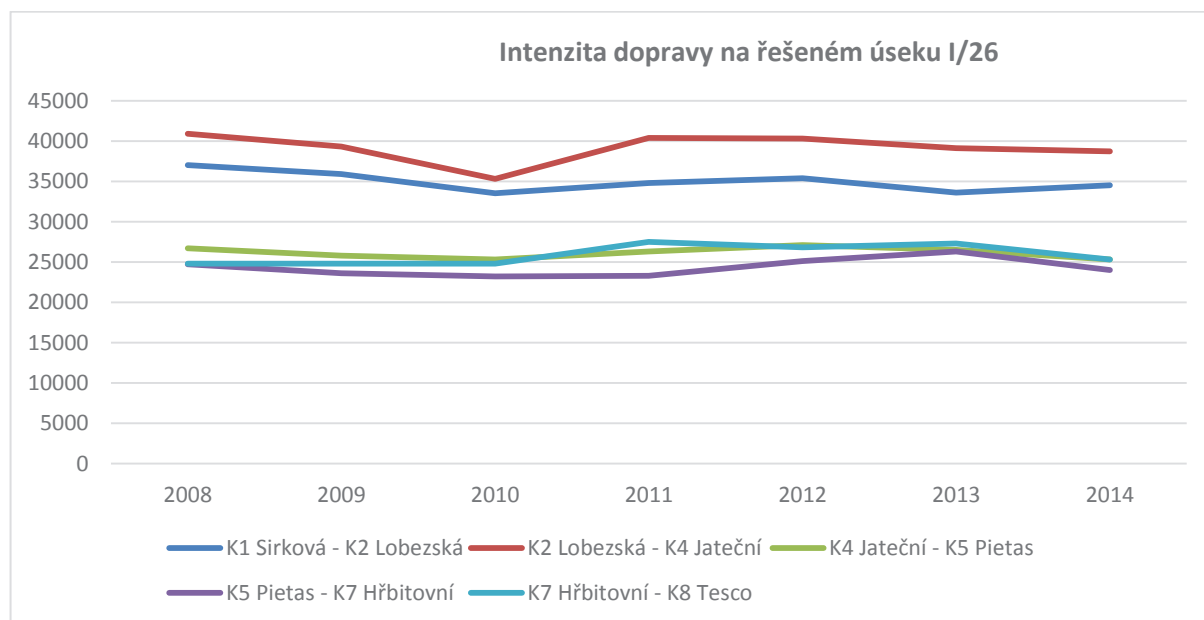


Tabulka 3 Vývoj intenzity dopravy na řešeném úseku I/26

		sčítací profil				
		K1 Sirková – K2 Lobežská	K2 Lobežská – K4 Jateční	K4 Jateční – K5 Pietas	K5 Pietas – K7 Hřbitovní	K7 Hřbitovní – K8 Tesco
rok	2008	37000	40900	26700	24700	24800
	2009	35900	39300	25800	23600	24800
	2010	33500	35300	25300	23200	24800
	2011	34800	40400	26300	23300	27500
	2012	35400	40300	27100	25100	26800
	2013	33600	39100	26500	26300	27300
	2014	34500	38700	25300	24000	25300

Zdroj: autor na podkladě dat SVSMP

Hodnoty převedené do grafu (na obr. č. 3) jsou přehlednější:



Obrázek 3 Grafický přehled vývoje intenzit

Zdroj: autor na podkladě dat SVSMP

Elektronická příloha na CD obsahuje složku s názvem „1 Kartogramy křižovatek“, ve které je 16 souborů (pro každou křižovatku 2 kartogramy, název souboru je tvořen označením křižovatky a hodinou, pro kterou je kartogram vytvořen, např.: *K1-11.pdf* a *K1-15.pdf*).

Kartogramy křižovatek byly sestaveny v softwaru EDIP-el, který byl laskavě poskytnutý firmou EDIP s. r. o. Tento software usnadňuje a výrazně zefektivňuje práci při vypracování kapacitních posudků na světelně řízené křižovatky.

Vstupními údaji byly data z dopravních detektorů, která však bylo nutno doplnit o další nutné informace získané při provedeném mikroprůzkumu. Data získaná a zpracovaná v rámci provedeného mikroprůzkumu jsou v příloze na CD v souboru s názvem „*mikroprůzkum\_propočty.xlsx*“.

## 2 Současný stav infrastruktury a provozu

Tato část diplomové práce se ve svých podkapitolách zabývá jak křižovatkami obecně, tak konkrétními křižovatkami na řešeném úseku komunikace.

### 2.1 Křižovatky obecně

V podkapitole jsou připomenuty některé základní pojmy a ustanovení ze zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, dále z vyhl. č. 294/2015, kterou se provádějí pravidla o provozu na pozemních komunikacích, a také z dokumentu Ministerstva dopravy „TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích“.

#### 2.1.1 Základní pojmy

V zákoně č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, jsou (mimo jiných) definovány následující základní pojmy, důležité pro tuto diplomovou práci (všechny dopravní značky uvedené v této podkapitole jsou vyobrazeny v příloze A). Další text je vzhledem k jeho zákonné povaze uveden jako doslovná citace vybraných písmen §2 uvedeného zákona (13):

- *písm. w) křižovatka je místo, v němž se pozemní komunikace protínají nebo spojují; za křižovatkou se nepovažuje vyústění polní nebo lesní cesty nebo jiné účelové pozemní komunikace na jinou pozemní komunikaci,*
- *písm. x) hranice křižovatky je místo vyznačené vodorovnou dopravní značkou "Příčná čára souvislá", "Příčná čára souvislá se symbolem Dej přednost v jízdě!" nebo "Příčná čára souvislá s nápisem STOP"; kde taková dopravní značka není, tvoří hranici křižovatky kolmice k ose vozovky v místě, kde pro křižovatkou začíná zakřivení okraje vozovky,*
- *písm. y) křižovatka s řízeným provozem je křižovatka, na které je provoz řízen světelnými, případně i doprovodnými akustickými signály nebo příslušníkem policie ve stejnokroji (dále jen "policista"), příslušníkem Vojenské policie ve*



*stejnokroji (dále jen "vojenský policista") nebo usměřován strážníkem obecní policie,*

- *písm. t) jízdní pruh je část vozovky dovolující jízdu vozidel jiných než dvoukolových (motocyklů) v jednom jízdním proudu za sebou,*
- *písm. z) průběžný pruh je jízdní pruh probíhající v původním směru (bez odbočení) křižovatkou nebo v místě, kde se mění počet jízdních pruhů,*
- *písm. u) připojovací pruh je přídatný jízdní pruh určený pro zařazování vozidel do jízdního proudu průběžného pruhu.*

Pro dopravní značky dle písm. x) „Příčná čára souvislá“ (V5), „Příčná čára souvislá se symbolem Dej přednost v jízdě“ (V6a) a „Příčná čára souvislá s nápisem STOP“ (V6b) se používá souhrnné zjednodušené označení stopčára.

K výše uvedeným základním pojmům je vhodné přidat ještě další, jejichž význam je uveden v TP 81:

- Doba volna (doba zelené): je doba trvání signálu „Volno“ na signální skupině,
- Doplnková šipka: je světelný signál č. S5 „Doplnková zelená šipka“,
- Plný signál: je světelný signál č. S1a až S1c (signál tříbarevné soustavy),
- Signál „Stůj“: je takový signál, který zakazuje účastníkovi provozu na pozemních komunikacích vstup či vjezd (pokračovat v jízdě) do uzlu,
- Signál „Volno“: je takový signál, který umožňuje účastníkovi provozu na pozemních komunikacích vstup či vjezd (pokračovat v jízdě) do uzlu,
- Signální skupina: je soubor návěstidel, která udávají v každém okamžiku pro jeden vjezd vozidel nebo vstup chodců na jeden přechod stejný signální obraz; signální skupinu může tvořit i jediné návěstidlo,
- Směrový signál: je světelný signál č. S2a až S2c a S3a až S3c (signál tříbarevné soustavy),
- Vyklizovací šipka: je světelný signál č. S6 „Signál pro opuštění křižovatky“,
- Zelená („Volno“): je totéž jako signál volno na signální skupině.

Signál s plným kruhovým světlem č. S1c umožňuje pokračovat v jízdě a při dodržení ostatních ustanovení zák. č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, odbočovat vlevo i vpravo.

Signál se směrovou šipkou (šipkami) č. S2c, S3c znamená možnost pokračovat v jízdě jen ve směru šipek.

Podoba všech výše uvedených světelných signálů je rovněž na obrázku v příloze A.

Význam světelných signálů a to, jak na ně mají účastníci silničního provozu reagovat, upravuje jednak již zmíněný zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, a dále také vyhl. č. 294/2015, kterou se provádějí pravidla o provozu na pozemních komunikacích, kde jsou v příloze vyobrazeny všechny platné dopravní značky.

Pro diplomovou práci budou důležité ještě další pojmy, které jsou definovány takto:

- fáze: časový interval, v němž mají současně signál „Volno“ určité, zpravidla vzájemně nekolizní, dopravní pohyby na křižovatce,
- fázové schéma: přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a jejich nejvýhodnější pořadí,
- signály pro vymezený okruh účastníků: např. pro chodce, pro cyklisty, pro tramvaje,
- fázová skupina: množina signálních skupin, které mohou mít současně signál „Volno“ (14),
- signální plán: časový rozvrh určující pořadí a délku jednotlivých fázových skupin (14),
- délka cyklu: čas, ve kterém dochází k periodickému opakování,
- koordinace: takový výsledek sladění signálních plánů, při kterém vozidla v koordinovaném směru projedou bez zastavení; jsou-li koordinovaná SSZ umístěná za sebou, jedná se o liniovou koordinaci, jsou-li koordinovány i jiné než liniové dopravní proudy, jedná se o koordinaci plošnou,
- mezičas: je časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené pro kolizní směr (v tomto čase musí vozidlo, které vjelo do křižovatky

jako poslední v době končící zelené, vyklidit kolizní plochu dříve, než této kolizní plochy dosáhne první vozidlo z kolizního směru, které vjelo do křižovatky na začátku své zelené).

### 2.1.2 Dělení křižovatek

Norma ČSN 736102 „Projektování křižovatek na pozemních komunikacích“ v bodě 4.2 rozděluje křižovatky (15) na tyto základní druhy:

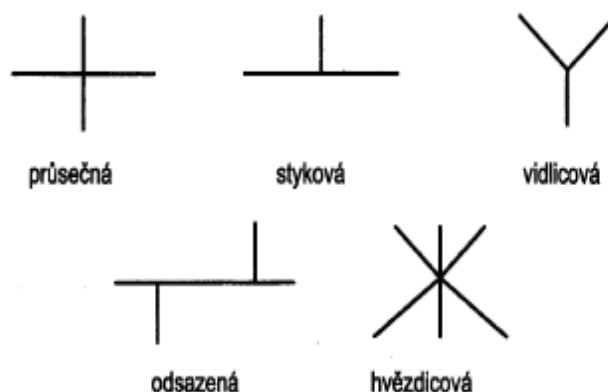
- a) úrovnňové,
- b) mimoúrovnňové.

Toto základní rozdělení vychází z protínání nivelet křižujících se komunikací. Na řešeném úseku jsou všechny křižovatky úrovnňové.

Dále uvedená norma obsahuje tabulku, která křižovatky s úrovnňovým křížením rozděluje podle následujících atributů:

- a) Uspořádání (přednost v jízdě): bez určení přednosti v jízdě dopravním značením, s určení přednosti v jízdě dopravním značením, se světelnou signalizací;
- b) Typ (tvar křížení): průsečná, styková, vidlicová, odsazená, hvězdicová, nekonvenční, okružní;
- c) Stupeň usměrnění dopravních proudů: s dopravním značením určujícím přednost v jízdě, s dělícím ostrůvkem na hlavní komunikaci, s dělícím ostrůvkem na vedlejší komunikaci, s řadícím pruhem/pruhy pro odbočení vlevo, s řadícím pruhem/pruhy pro odbočení vpravo, s připojovacím pruhem/pruhy, s dopravními ostrůvky a dělícími pásy, s nepojížděným ostrovem, s částečně pojížděným středním ostrovem, s občas pojížděným středním ostrovem, se spojovací větví pro odbočení vpravo, s turbínovým uspořádáním jízdnic pruhů na okružním jízdnicím pásu.

Na obrázku č. 4 jsou typy, resp. tvary křížení (tento obrázek je převzat z ČSN 736102, kap. 5):



Obrázek 4 Dělení křižovatek podle tvaru křížení

Zdroj: (15)

## 2.2 Křižovatky na řešeném úseku

V následujících podkapitolách jsou podrobněji popsány jednotlivé křižovatky se SSZ na řešeném úseku. Ten je dlouhý ca 3,6 km a je na něm celkem 8 křižovatek se SSZ.

Popis každé křižovatky je tvořen jejím schématem s označením jednotlivých vjezdů (modré číslice 1, 2, 3, 4) a signálních skupin (SG1, SG2, SG3,...). Dále je součástí tabulka křižovatkových mezičasů a tabulku s popisem konfigurace SSZ. Označení signálních skupin je ponecháno takové, jaké je použito v tabulkách křižovatkových mezičasů. Tyto tabulky byly poskytnuty SVSMP a s výjimkou křižovatky K5 Pietas, kde v materiálech SVSMP není uváděna SG1 (resp. je brána jako rezerva), jsou všechny použity bez úprav. Pro křižovatku K5 Pietas jsou v diplomové práci všechny signální skupiny přechíslovány v pořadí od SG1 do SG17.

Kompletní tabulky s daty z dopravních detektorů křižovatek K1 – K8, ze kterých je patrná intenzita křižovatkových pohybů, jsou v příloze na CD ve složce „2 Data z dopravních detektorů“ v souborech pojmenovaných podle konkrétní křižovatky (např.: *K1 Sirková.xlsx*). Data z dopravních detektorů pochází z běžných pracovních dnů 11. týdne roku 2016 (za běžný pracovní den jsou považovány dny úterý, středa nebo čtvrtek, pokud jsou pracovními dny, a pokud jim předchází i po nich následuje pracovní den (16)). Stejně, jako tabulky

křižovatkových mezičasů, byla i tato data laskavě poskytnuta SVSMP, vždy však pouze pro jeden den na každou křižovátku. Na obrázku č. 5 je vidět výřez ze souboru s daty z dopravních detektorů:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Hodina	111_DVA	111_DVAe	111_DVB	111_DVC	111_DVCe	111_DVD	111_DVE	111_DVEa	111_DVF	111_DVG	111_DVGa	111_DVH	111_DVI	111_DVIa	
2	00:00-00:59	39	10	12	13	5	4	7	23	2	6	10	25	13	36	0
3	01:00-01:59	27	11	5	7	4	2	3	15	5	8	6	29	9	25	0
4	02:00-02:59	29	15	5	5	7	3	2	15	1	3	3	27	3	23	0
5	03:00-03:59	32	11	6	8	6	6	3	19	1	3	3	28	7	37	0
6	04:00-04:59	75	32	10	13	7	8	16	23	2	7	11	50	34	83	0
7	05:00-05:59	223	162	83	84	53	29	67	108	14	21	21	182	186	245	0
8	06:00-06:59	336	287	191	196	120	45	120	197	56	60	45	310	366	393	0
9	07:00-07:59	513	379	325	336	167	61	201	281	94	107	101	446	502	467	0
10	08:00-08:59	487	356	309	316	153	74	163	272	99	113	105	420	457	426	0

Obrázek 5 Screen výřezu souboru s daty z dopravních detektorů pro křižovátku K1 Sirková

Zdroj: autor, data SVSMP

Z důvodu nekompletnosti dat z dopravních detektorů byly ve 12. týdnu roku 2016 provedeny zmiňované doplňující mikroprůzkumy. Ty byly konány již pouze v časových obdobích, která budou dále řešena v této diplomové práci, tj. v době dopravního sedla mezi 11:00 – 11:59 hod., a v době dopravní špičky mezi 15:00 – 15:59 hod. Mikroprůzkumy byly prováděny opět v běžné pracovní dny. Bylo nutné doplnit následující data:

- Data chybějící z důvodu dlouhodobé nefunkčnosti některých dopravních detektorů (křižovátka K2 Lobežská, směr do centra, nefunkční detektor pro jeden ze dvou jízdních pruhů, křižovátka K5 Pietas, společný dopravní detektor pro odbočení z vedlejšího směru vpravo a jízdu rovně),
- Data potřebná pro získání detailního přehledu o křižovatkových pohybech tam, kde je na křižovatce jeden dopravní detektor pro více směrů; přehled společných dopravních detektorů je v tabulce č. 4,
- Data potřebná pro rozlišení, kolik vozidel projíždí křižovátkou na signál tříbarevné soustavy, a kolik vozidel projíždí na signál doplňkové zelené šipky.

Tabulka 4 Přehled společných dopravních detektorů na křižovatkách

Křižovatka	má na vjezdu	společný dopravní detektor pro směry			
		1	2	3	4
K1 Sirková	1		Ano	Ano	
K3 Gambrinus	1		Ano	Ano	
	4	Ano	Ano	Ano	
K4 Jateční	4	Ano	Ano		
K5 Pietas	1		Ano	Ano	
	4		Ano	Ano	
K6 Jiřinová	1		Ano	Ano	Ano
	2			Ano	Ano
	4	Ano	Ano	Ano	
K7 Hřbitovní	1		Ano	Ano	
	2	Ano		Ano	Ano
	3	Ano			Ano
	4	Ano	Ano	Ano	

Zdroj: autor na podkladě dat SVSMP

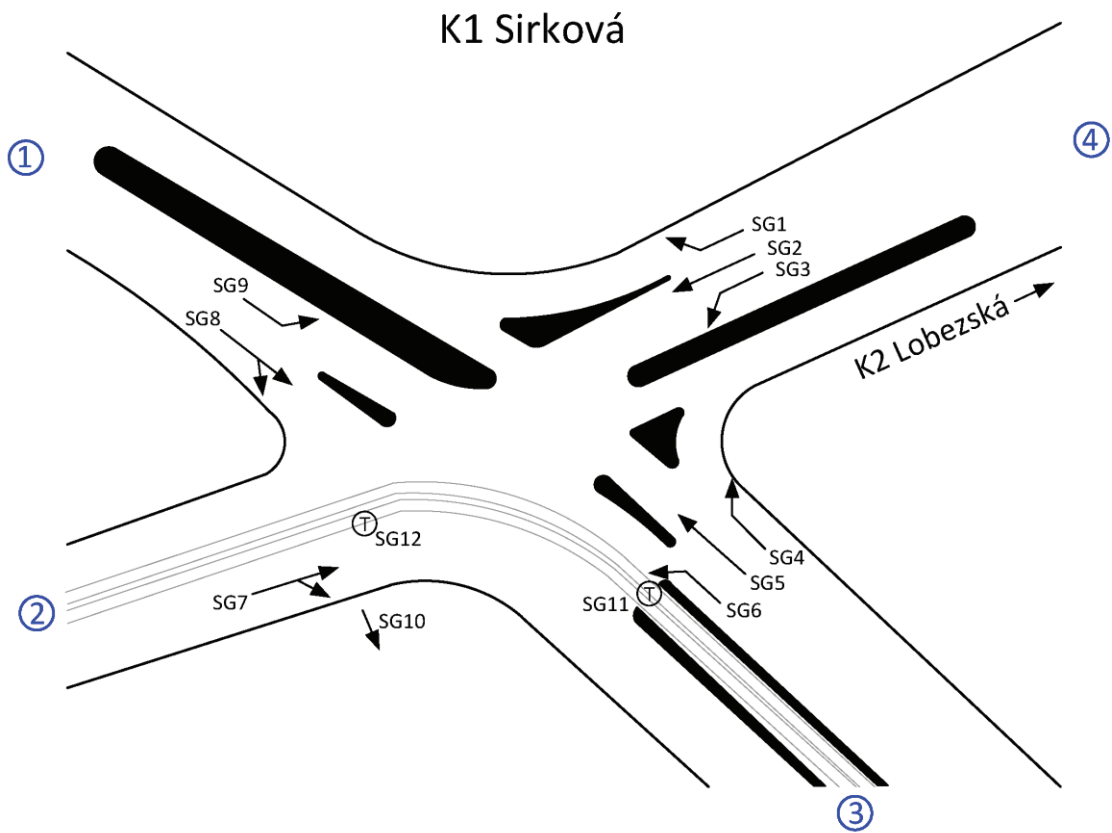
Při provádění doplňujících mikroprůzkumů podle bodů a) a b) byla vozidla projíždějící křižovatkou v příslušném jízdním pruhu (přes příslušný detektor) zaznamenávána do tabulky podle druhu konkrétního vozidla. Získané údaje byly následně pomocí koeficientů přepočítány na tzv. jednotková vozidla. Tabulky s výsledky mikroprůzkumů jsou v příloze na CD v souboru s názvem „mikroprůzkum\_propočty.xlsx“.

### 2.2.1 Křižovatka K1 Sirková

- Tvar křižovatky: průsečná, s dopravními ostrůvky směrově rozdělujícími jízdni pruhy a směrovacími trojúhelníkovými ostrůvky.
- Hlavní směr: Tyršova (vstup 1) – U Prazdroje (vstup 4), signální skupiny SG1 a SG9.
- MHD: tramvajové linky č. 1 a č. 2, trolejbusové linky č. 10 a č. 14 (obě linky jsou vedeny ulicemi Pražská (vstup 2) – Sirková (vstup 3)), trolejbusová linka č. 13 (Pražská (vstup 2) – U Prazdroje (vstup 4)), dále autobusová linka č. 28 (vedena ulicemi Tyršova (vstup 1) – U Prazdroje (vstup 4)) (17). Na křižovatce je zavedena preference MHD pro BUS i TRAM (18).

- Specifika: Touto křižovatkou je průtah I/26 veden ve směru z centra jako odbočení vlevo (vstup 1 → vstup 4). Dochází zde ke komplikovanému úrovněnému křížení dvou komunikací (silnic první třídy) s vysokou intenzitou dopravy (sčítací úseky 3-0813 na průtahu I/26 s RPDI všech vozidel 25897 a sčítací úsek 3-0816 na komunikaci I/20 s RPDI všech vozidel 16150 (19)). Zmiňovaná tramvajová trať je vedena uprostřed ulice Sirková, kde směrově odděluje jednotlivé jízdní pruhy. Stejně tak pokračuje i do ulice Pražská. Na křižovatce nejsou zřízeny úrovněové přechody pro chodce. Tato skutečnost bývá sice ze strany obyvatel města často kritizována, objektivně je však třeba říct, že existence přechodů by situaci na křižovatce jen zhoršila. V blízkosti křižovatky se nachází dva možné atraktivní cíle pro pěší: fotbalový stadion FC Viktoria Plzeň a návštěvnický vchod do areálu pivovaru Prazdroj. Obě tato místa se nachází mezi vstupy 1 a 4 této křižovatky, přičemž pro přístup je možno využít buď podchod pod vstupem 1 (pro pěší jdoucí z nebo do centra města), nebo lávku nad vstupem 4 (pro pěší jdoucí ze směru nebo směrem k hlavnímu vlakovému nádraží). Odbočení z ulice Pražská (vstup 2) vlevo do ulice Tyršova (vstup 1) není možné.

- Schéma křižovatky s označením vstupů a signálních skupin (obr. č. 6):



Obrázek 6 Schéma křižovatky K1 Sirková

Zdroj: autor



- Křižovatkové mezičasy K1 Sirková (tabulka č. 5):

Tabulka 5 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K1 Sirková

K1 Sirková		Najíždí SG											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vyklízí SG	1					4							
	2					3	4		7	4			
	3					5	7	5	4	4	9	3	3
	4							3		3			
	5	6	5	3				3		3			
	6		7	3				3	8				
	7			3	10	7	5		3	5		3	3
	8		3	3			3	5			5	3	3
	9		5	6	12	9		7					
	10			3					3				
	11			5				9	11				
	12			6				5	4				

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

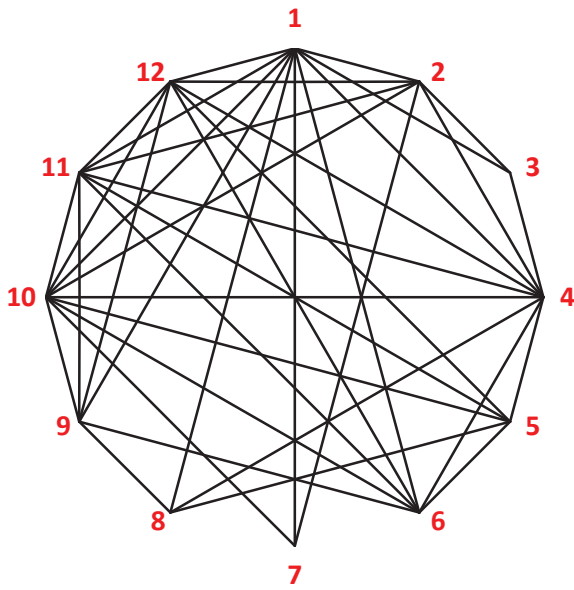
- Konfigurace SSZ K1 Sirková (tabulka č. 6, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

Tabulka 6 Konfigurace SSZ K1 Sirková

K1 Sirková		Světelné signály	Do směru			
			1	2	3	4
Ze směru	1	Se směrovými šipkami				
	2	Plná kruhová světla			Signál doplňkové zelené šipky, signál pro tramvaje	
	3	Se směrovými šipkami		Signál pro tramvaje		
	4	Se směrovými šipkami				

Zdroj: autor

- Sestavený graf bezkoliznosti (obr. č. 7) pro křižovatku K1 Sirková:



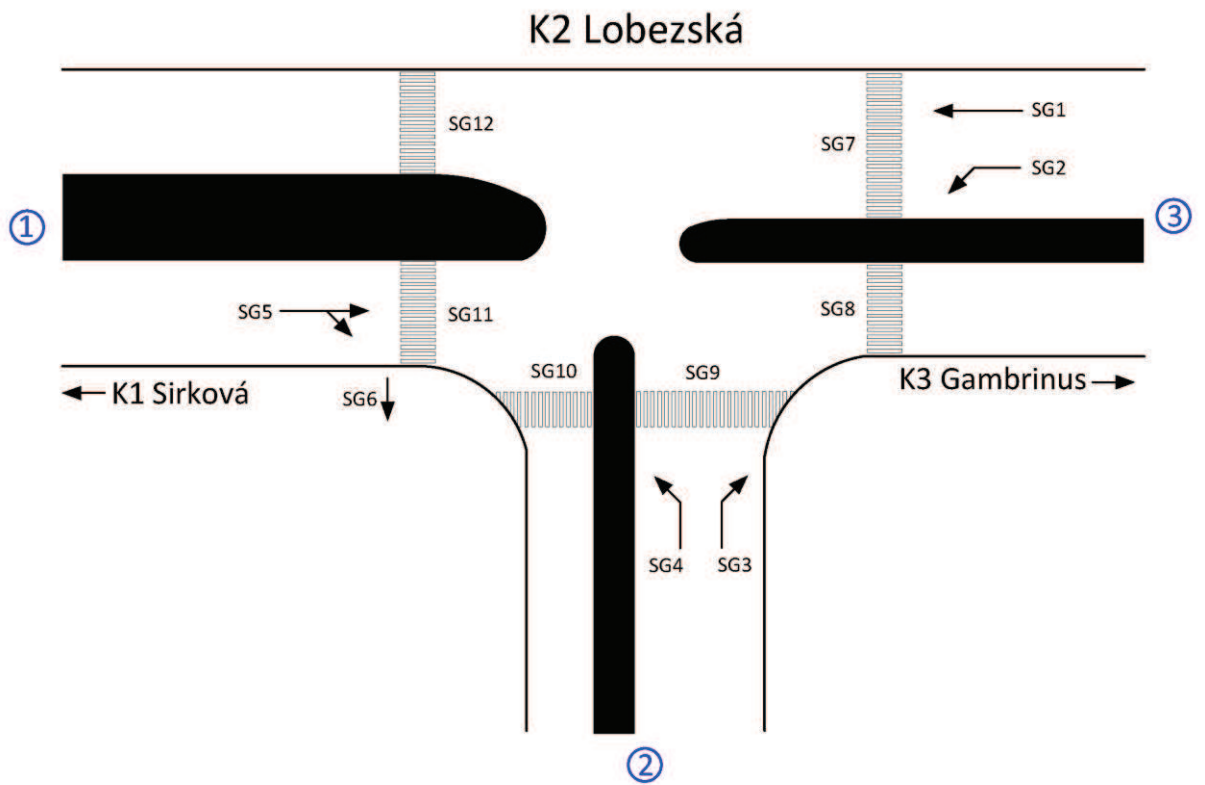
Obrázek 7 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K1 Sirková

Zdroj: autor

### 2.2.2 Křižovatka K2 Lobežská

- Tvar křižovatky: styková, s dopravními ostrůvky směrově oddělených jízdních pruhů.
- Hlavní směr: ulice U Prazdroje (vstupy 1 a 3), signální skupiny SG1 a SG5.
- MHD: trolejbusová linka č. 13 a autobusová linka č. 28 (vedeny ulicí U Prazdroje (vstup 1 – vstup 3)), trolejbusové linky č. 11, 15, 16 a 17 (vedeny ulicemi Lobežská (vstup 2) – U Prazdroje (vstup 3)) (17). Na křižovatce je zavedena preference MHD pro BUS (18).
- Specifika: úrovňové křížení dvou komunikací s vysokou intenzitou dopravy (sčítací úsek 3-0042 na průtahu I/26 s RPDI všech vozidel 31210 a sčítací úsek 3-5243 na komunikaci Lobežská s RPDI všech vozidel 17499 (19)). Velkým problémem této křižovatky je vedení trolejbusové tratě. Trolejbus se při vyjíždění z ulice Lobežské nachází v levém jízdním pruhu vozidel odbočujících vpravo (vzhledem ke stavebnímu řešení úseku křižovatce předcházejícímu), bezprostředně po průjezdu křižovatkou se však musí dostat do pravého jízdního pruhu, aby mohl obsloužit zastávku MHD „Gambrinus“ (a také s ohledem na trolejové vedení).

- Schéma křižovatky s označením vjezdů a signálních skupin (obr. č. 8):



Obrázek 8 Schéma křižovatky K2 Lobežská

Zdroj: autor

- Křižovatkové mezičasy K2 Lobežská (tabulka č. 7):

Tabulka 7 tabulka křižovatkových mezičasů [s] K2 Lobežská

K2 Lobežská		Najíždí SG											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vyklizuje SG	1				3			4					9
	2				5	7	7	4			9		
	3					3			5	4			
	4	3	3			3				4			8
	5		3	6	5				9			4	
	6		3									4	
	7	11	11										
	8			3		3							
	9			13	13								
	10		3										
	11					9	9						
	12	3			3								

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

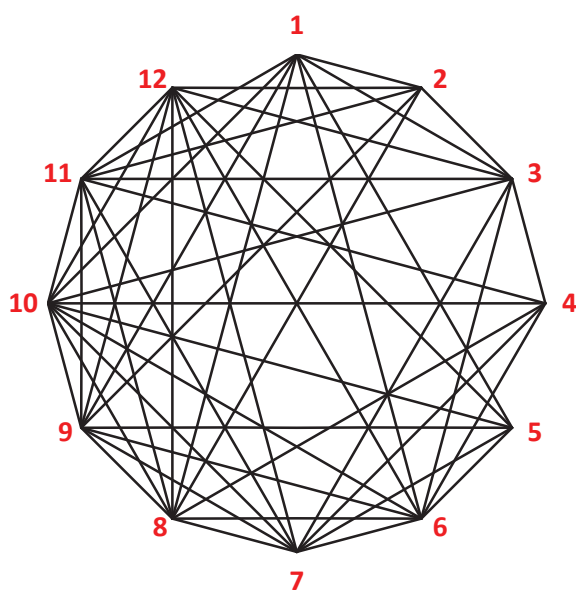
- Konfigurace SSZ K2 Lobežská (tabulka č. 8, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

Tabulka 8 Konfigurace SSZ K2 Lobežská

K2 Lobežská			Do směru		
		Světelné signály	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Ze směru</b>	<b>1</b>	Plná kruhová světla		Signál doplňkové zelené šipky	
	<b>2</b>	Se směrovými šipkami			Signál žlutého světla ve tvaru chodce
	<b>3</b>	Se směrovými šipkami			

Zdroj: autor

- Sestavený graf bezkoliznosti (obr. č. 9) pro křižovatku K2 Lobežská:

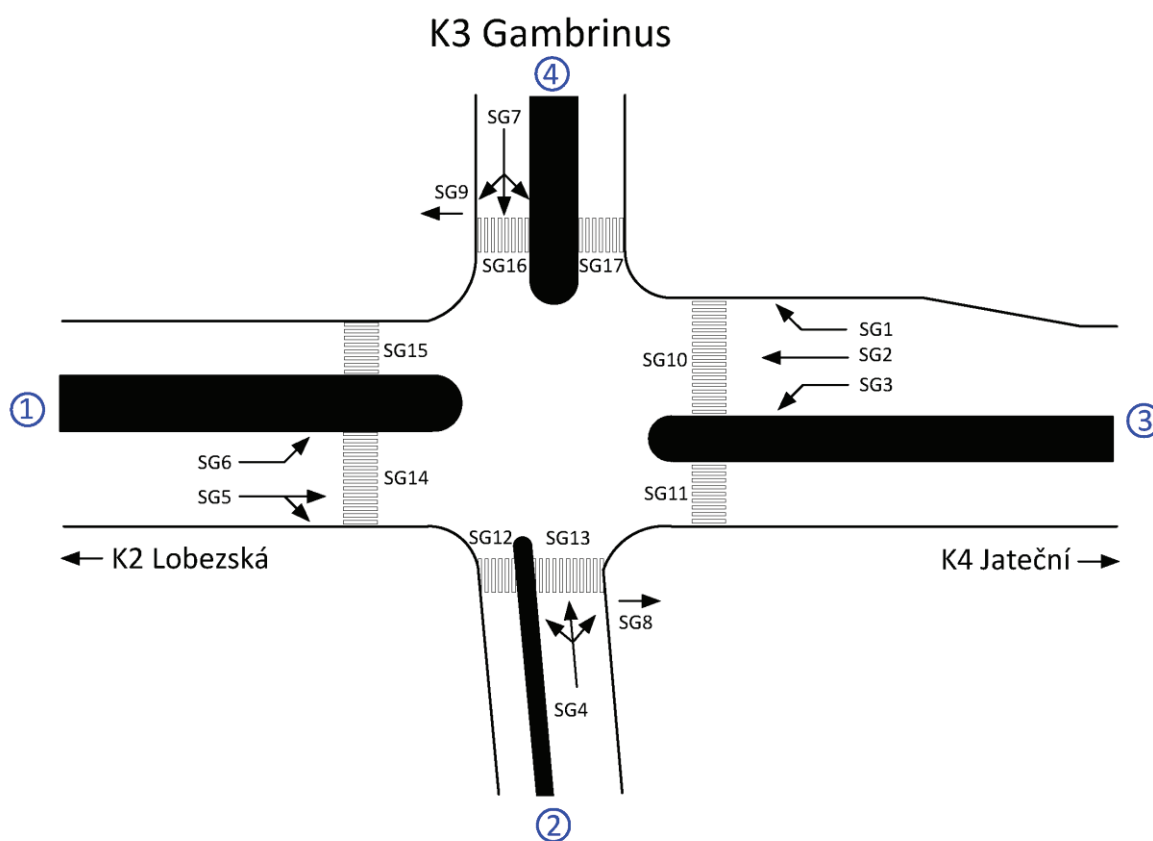


Obrázek 9 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K2 Lobežská

Zdroj: autor

### 2.2.3 Křižovatka K3 Gambrinus

- Tvar křižovatky: průsečná, s dopravními ostrůvky směrově oddělených jízdních pruhů.
- Hlavní směr: ulice U Prazdroje (vstup 1 – vstup 3), signální skupiny SG2 a SG5.
- MHD: trolejbusové linky č. 11, 13, 15, 16 a 17, autobusová linka č. 28 (17). Na křižovatce je zavedena preference MHD pro BUS (18).
- Specifika: ne zcela vhodné umístění vrátnice pivovaru Gambrinus – vozidla vjíždějící do areálu pivovaru jsou kontrolována, což způsobuje jejich zdržení ve vjezdovém prostoru.
- Schéma křižovatky s označením vjezdů a signálních skupin (obr. č. 10):



Obrázek 10 Schéma křižovatky K3 Gambrinus

Zdroj: autor

- Křížovatkové mezičasy K3 Gambrinus (tabulka č. 9):

Tabulka 9 Tabulka křížovatkových mezičasů [s] K3 Gambrinus

K3 Gambrinus		Najíždí SG																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vyklízí SG	1				3		3				4							7
	2				3		3	6		6	4					9		
	3				7	9		6			4		11					
	4	7	7	5		3	4							4				11
	5			3	6			4	6			9			4			
	6	8	8		5			7							4			12
	7		4	5		6	4						8				4	
	8					2								4				
	9		2															4
	10	11	8	11														
	11					2												
	12			2				2										
	13				7				7									
	14					9	9											
	15		2															
	16							7		7								
	17	4			2		2											

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP



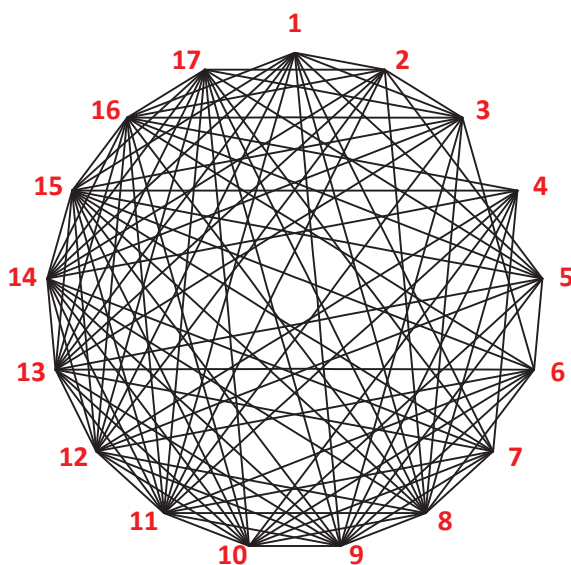
- Konfigurace SSZ K3 Gambrinus (tabulka č. 10, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

Tabulka 10 Konfigurace SSZ K3 Gambrinus

K3 Gambrinus		Světelné signály	Do směru			
			1	2	3	4
Ze směru	1	Se směrovými šipkami		Signál žlutého světla ve tvaru chodce		
	2	Plná kruhová světla				Signál doplňkové zelené šipky
	3	Se směrovými šipkami				
	4	Plná kruhová světla	Signál doplňkové zelené šipky			

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

- Sestavený graf bezkoliznosti (obrázek č. 11) pro křižovatku K3 Gambrinus:



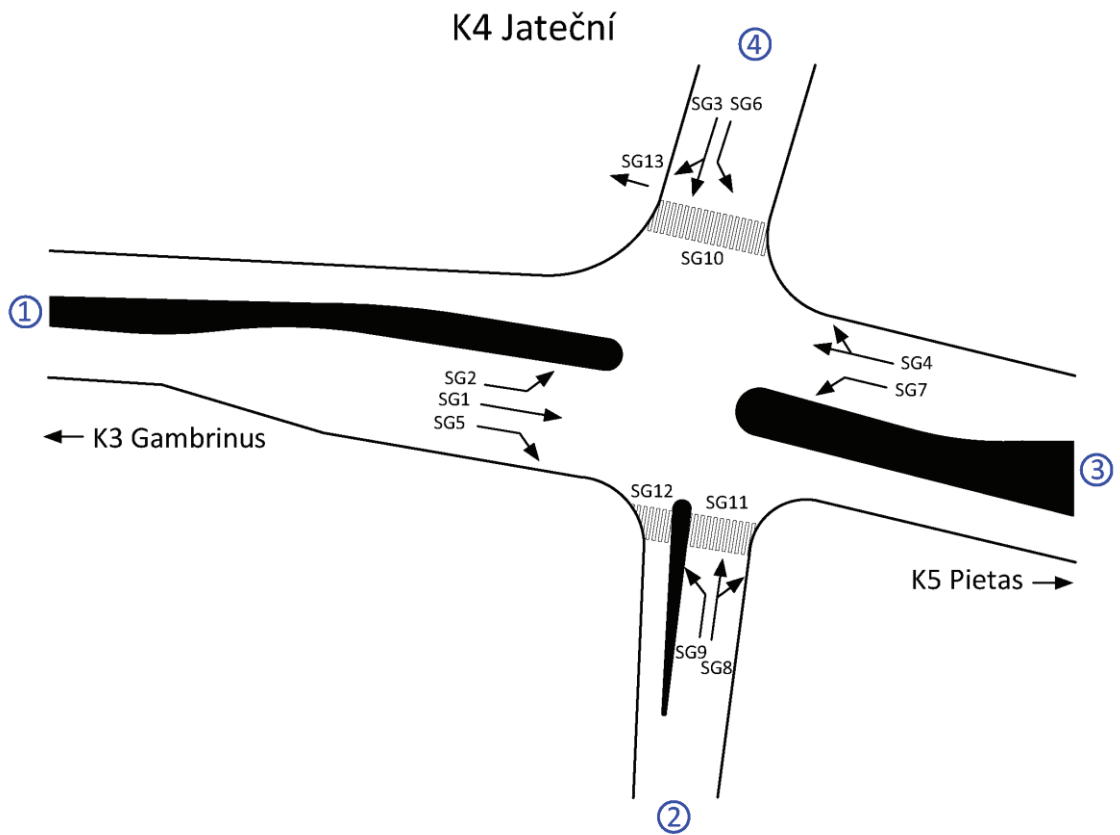
Obrázek 11 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K3 Gambrinus

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

#### 2.2.4 Křižovatka K4 Jateční

- Tvar křižovatky: průsečná, s dopravními ostrůvky směrově oddělených jízdních pruhů.
- Hlavní směr: ulice Rokycanská (vstup 1 – vstup 3), signální skupiny SG1 a SG4.
- MHD: trolejbusové linky č. 11 a 15 (ulice Rokycanská (vstup 1 – vstup 3)), trolejbusové linky č. 13, 16 a 17 (ulice Rokycanská (vstup 1) – Jateční (vstup 4)), autobusová linka č. 28 (ulice Rokycanská (vstup 1) – Jateční (vstup 4)) (17). Na křižovatce je zavedena preference MHD pro BUS (18).
- Specifika: úrovnňové křížení dvou komunikací s vysokou intenzitou dopravy (sčítací úsek 3-0042 na průtahu I/26 s RPDI všech vozidel 31210 a sčítací úsek 3-1511 na ulici Jateční (jako II/233) s RPDI všech vozidel 11302 (19)). Problémem jsou především krátké odbočovací pruhy pro levé odbočení do ulice Jateční. Ačkoliv jsou na křižovatce ve směru z centra zřízeny dva odbočovací pruhy pro odbočení vlevo s délkami ca 45 m a 72 m, není jejich kapacita dostatečná zejména v době odpolední dopravní špičky, kdy je silnější doprava ve směru z města. Dochází pak k naplnění obou odbočovacích pruhů a následně ke vzduť až do levého jízdního pruhu (průběžného) průtahu I/26 v místě pod podjezdem „Gambrinus“.

- Schéma křižovatky s označením vjezdů a signálních skupin (na obrázku č. 12):



Obrázek 12 Schéma křižovatky K4 Jateční

Zdroj: autor

- Křižovatkové mezičasy K4 Jateční (tabulka č. 11):

Tabulka 11 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K4 Jateční

K4 Jateční		Najíždí SG												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Vykřizuje SG	1			3			3	3	6	5				
	2			9	9		11		6	4	12			
	3	7	6		4	6		3		6	4		10	
	4		5	5			4		3	3				5
	5			3				3						
	6	8	6		6			6	10		3			
	7	8		6		7	4		5	4			10	
	8	3	3		7		8	5			10	4		
	9	5	7	8	8			5				4		9
	10		10	16			10		10					16
	11								10	10				
	12			2				2						
	13				3				2	3				

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

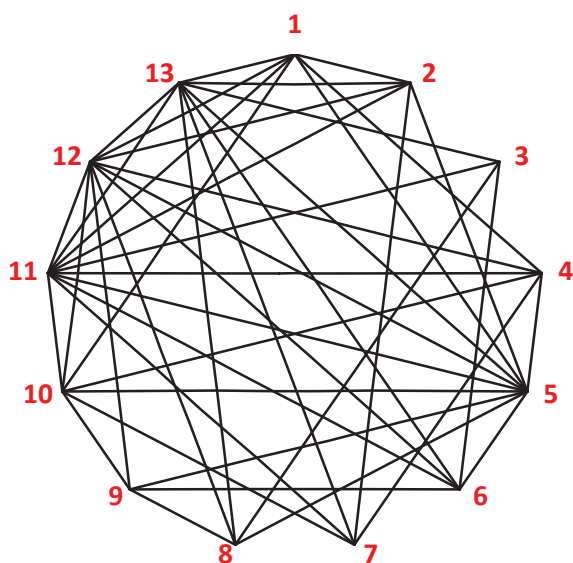
- Konfigurace SSZ K4 Jateční (tabulka č. 12, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

Tabulka 12 Konfigurace SSZ K4 Jateční

K4 Jateční		Světelné signály	Do směru			
			1	2	3	4
Ze směru	1	Se směrovými šípkami		Signál žlutého světla ve tvaru chodce		
	2	Plná kruhová světla				
	3	Se směrovými šípkami				Signál žlutého světla ve tvaru chodce
	4	Se směrovými šípkami	Signál doplňkové zelené šípky			

Zdroj: autor

- Sestavený graf bezkoliznosti (obr. č. 13) pro křižovatku K4 Jateční:



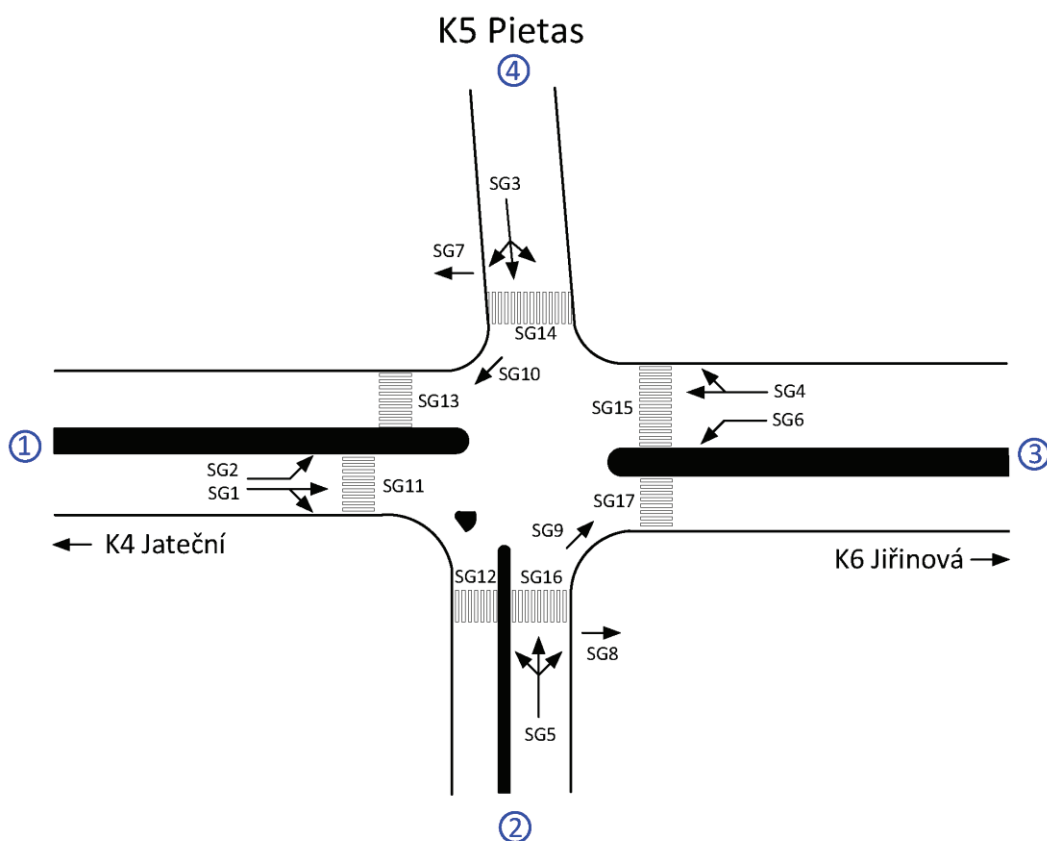
Obrázek 13 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K4 Jateční

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

Mezi křižovatkami K4 a K5 je umístěna křižovatka ulic Rokycanská – Revoluční – Dítětova, kde v době zadání této diplomové práce byla přednost v jízdě určena pouze dopravním značením, a nikoliv SSZ. V průběhu tvorby pak došlo na křižovatce k vybudování SSZ, ale do koordinace již nebyla zahrnuta.

### 2.2.5 Křižovatka K5 Pietas

- Tvar křižovatky: průsečná, s dopravními ostrůvky směrově oddělených jízdních pruhů.
- Hlavní směr: ulice Rokycanská (vstup 1 – vstup 3), signální skupiny SG1 a SG4.
- MHD: trolejbusové linky č. 11 (ulice Rokycanská, vstup 1 a 3) a č. 15 (ulice Rokycanská (vstup 1) – Dlouhá (vstup 2)), autobusová linka č. 29 a 30 (ulice Dlouhá (vstup 2) – Masarykova (vstup 4)) (17). Na křižovatce není zavedena preference MHD (18).
- Specifika: opět úrovnňové křížení komunikací s vysokou intenzitou dopravy (sčítací úsek 3-0043 na PK I/26 s RPDI všech vozidel 20611 a sčítací úsek 3-0046 na ulici Dlouhá s RPDI všech vozidel 8054 (19)).
- Schéma křižovatky s označením vjezdů a signálních skupin (obrázek č. 14):



Obrázek 14 Schéma křižovatky K5 Pietas

Zdroj: autor

- Křížovatkové mezičasy K5 Pietas (tabulka č. 13):

Tabulka 13 Tabulka křížovatkových mezičasů [s] K5 Pietas

K5 Pietas		Najíždí SG																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vykližuje SG	1			4		3	3		3	4	3	4						8
	2			4	4	3				4	3	4			9			
	3	9	7		3		4				6		13		4			
	4		3	4		3		4		3	3			8		4		
	5	3	4		10		8			6					10		4	
	6	6		3		3				4	3		12			4		
	7				3						3				4			
	8	3								3							4	
	9	9	7		3	3	4		4						4			9
	10	3	4	4	9		7	4						8			4	
	11	8	8															
	12			3			3											
	13				3						3							
	14		5	10		4		10		10								
	15				12		12											
	16					11			11		11							
	17	3								3								

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

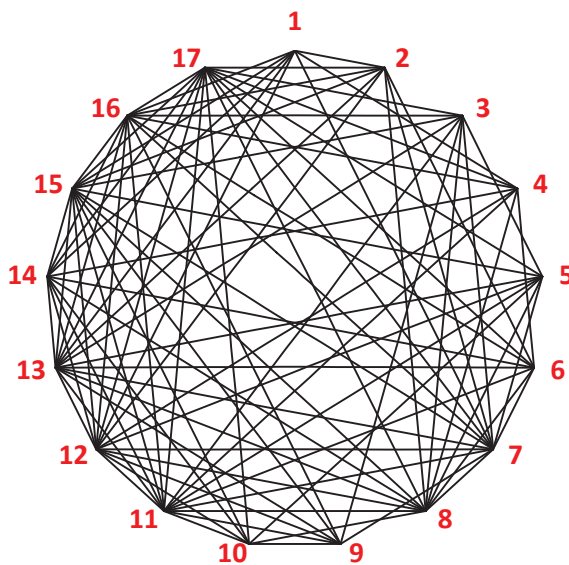
- Konfigurace SSZ K5 Pietas (tabulka č. 14, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

Tabulka 14 Konfigurace SSZ K5 Pietas

K5 Pietas		Světelné signály	Do směru			
			1	2	3	4
Ze směru	1	Se směrovými šipkami		Signál žlutého světla ve tvaru chodce		
	2	Plná kruhová světla			Signál doplňkové zelené šipky	
	3	Se směrovými šipkami				Signál žlutého světla ve tvaru chodce
	4	Plná kruhová světla	Signál doplňkové zelené šipky			

Zdroj: autor

- Graf bezkoliznosti (obr. č. 15) pro křižovatku K5 Pietas:



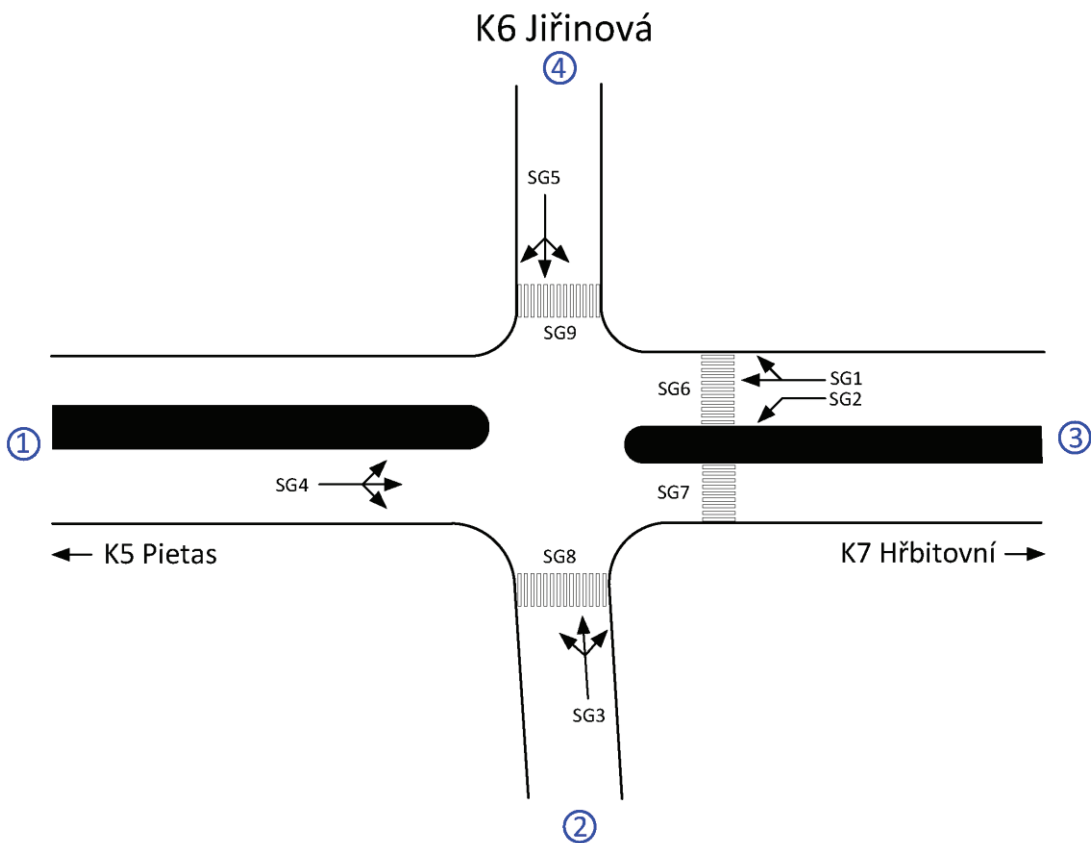
Obrázek 15 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K5 Pietas

Zdroj: autor



### 2.2.6 Křižovatka K6 Jiřinová

- Tvar křižovatky: průsečná, s dopravními ostrůvky směrově oddělených jízdních pruhů.
- Hlavní směr: ulice Rokycanská (vstup 1 – vstup 3), signální skupiny SG1 a SG4.
- MHD: trolejbusová linka č. 11 (ulice Rokycanská, vstup 1 a 3) (17). Na křižovatce není zavedena preference MHD (18).
- Schéma křižovatky s označením vjezdů a signálních skupin (obr. č. 16):



Obrázek 16 Schéma křižovatky K6 Jiřinová

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

- Křižovatkové mezičasy K6 Jiřinová (tabulka č. 15):

Tabulka 15 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K6 Jiřinová

K6 Jiřinová		Najíždí SG								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vykřizuje SG	1			3		5	4			
	2			7	8	6	4		11	
	3	6	5		6				4	8
	4		4	5		8		7		
	5	5	5		7				8	4
	6	9	9							
	7				2					
	8		3	8		3				
	9			4		8				

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

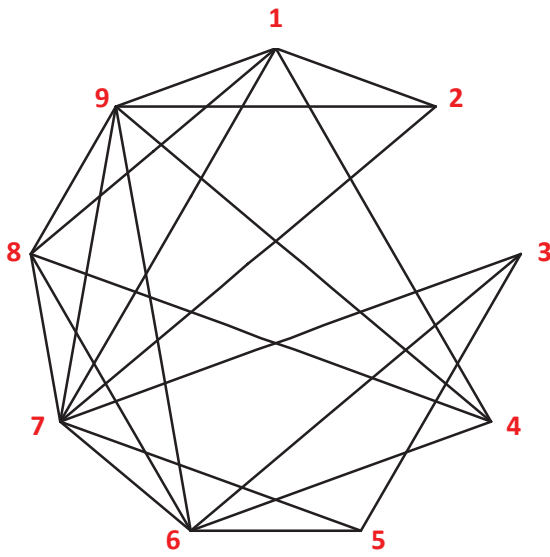
- Konfigurace SSZ K6 Jiřinová (tabulka č. 16, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

Tabulka 16 Konfigurace SSZ K6 Jiřinová

K6 Jiřinová		Světelné signály	Do směru			
			1	2	3	4
Ze směru	1	Plná kruhová světla				
	2	Plná kruhová světla				
	3	Se směrovými šipkami				Signál žlutého světla ve tvaru chodce
	4	Plná kruhová světla				

Zdroj: autor

- Sestavený graf bezkoliznosti (obrázek č. 17) pro křižovatku K6 Jiřinová:

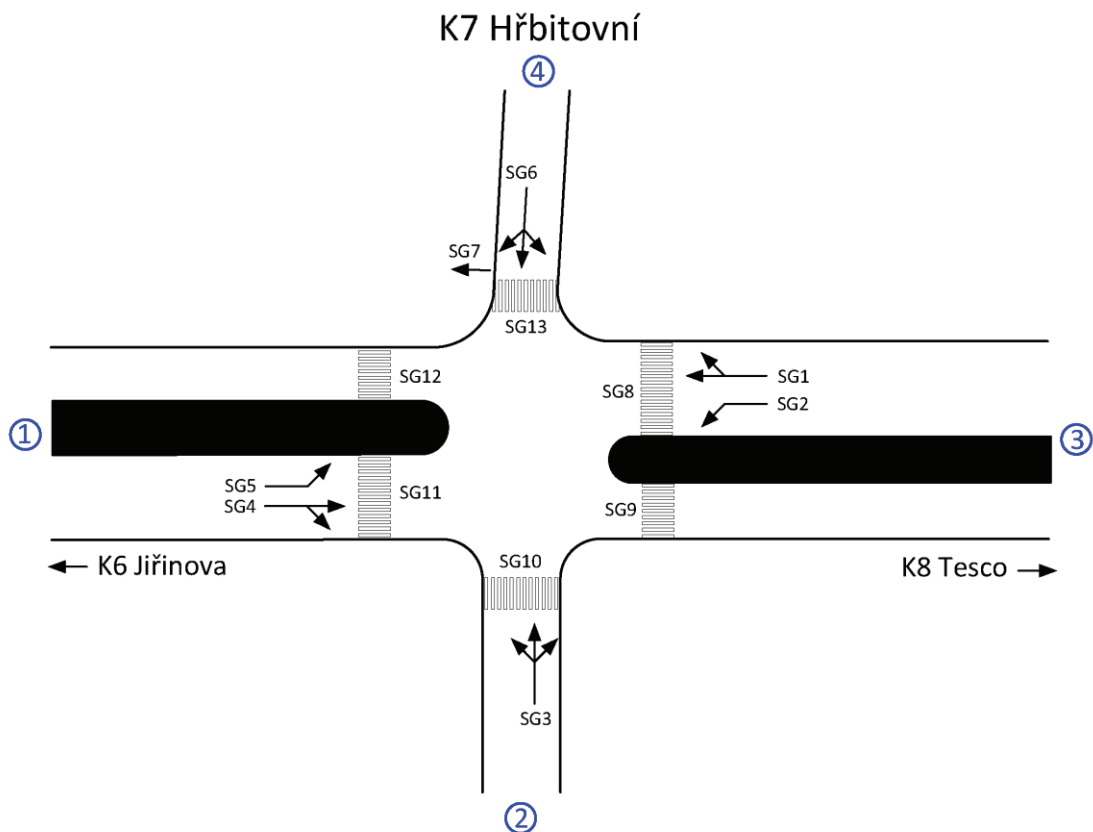


Obrázek 17 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K6 Jiřinová

Zdroj: autor

### 2.2.7 Křižovatka K7 Hřbitovní

- Tvar křižovatky: průsečná, s dopravními ostrůvky směrově oddělených jízdních pruhů.
- Hlavní směr: ulice Rokycanská (vstup 1 a vstup 3), signální skupiny SG1 a SG4.
- MHD: trolejbusová linka č. 11 (ulice Rokycanská, vstup 1 a 3) (17). Na křižovatce je zavedena preference MHD pro BUS (18).
- Schéma křižovatky s označením vjezdů a signálních skupin (obrázek č. 18):



Obrázek 18 Schéma křižovatky K7 Hřbitovní

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

- Křižovatkové mezičasy K7 Hřbitovní (tabulka č. 17):

Tabulka 17 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K7 Hřbitovní

K7 Hřbitovní		Najíždí SG												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Vykřizuje SG	1			4		3	5	5	4				8	
	2			10	7		5		4		10			
	3	7	5		4	4					4			10
	4		3	6			3			8		4		
	5	8		5			8					4		10
	6	5	6		7	6					10			4
	7	2												2
	8	9	9											
	9				3									
	10		2	6			2							
	11				9	9								
	12	2												
	13			3		2	8	8						

Zdroj: autor

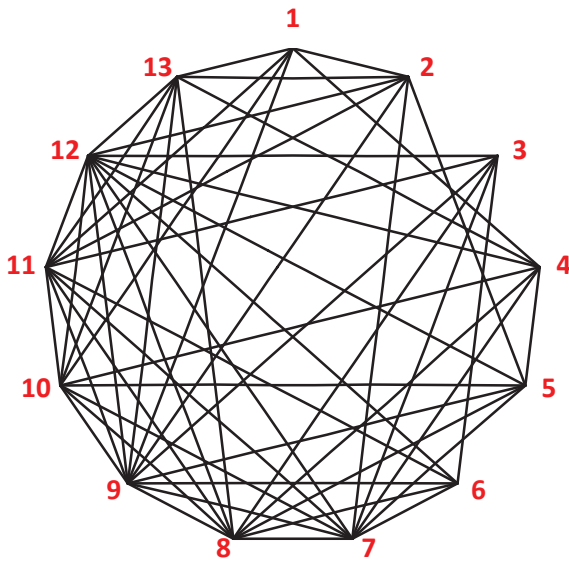
- Konfigurace SSZ K7 Hřbitovní (tabulka č. 18, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

Tabulka 18 Konfigurace SSZ K7 Hřbitovní

K7 Hřbitovní		Světelné signály	Do směru			
			1	2	3	4
Ze směru	1	Se směrovými šipkami		Signál žlutého světla ve tvaru chodce		
	2	Plná kruhová světla				
	3	Se směrovými šipkami				Signál žlutého světla ve tvaru chodce
	4	Plná kruhová světla	Signál doplňkové zelené šipky			

Zdroj: autor

- Sestavený graf bezkoliznosti (obrázek č. 19) pro křižovatku K7 Hřbitovní:

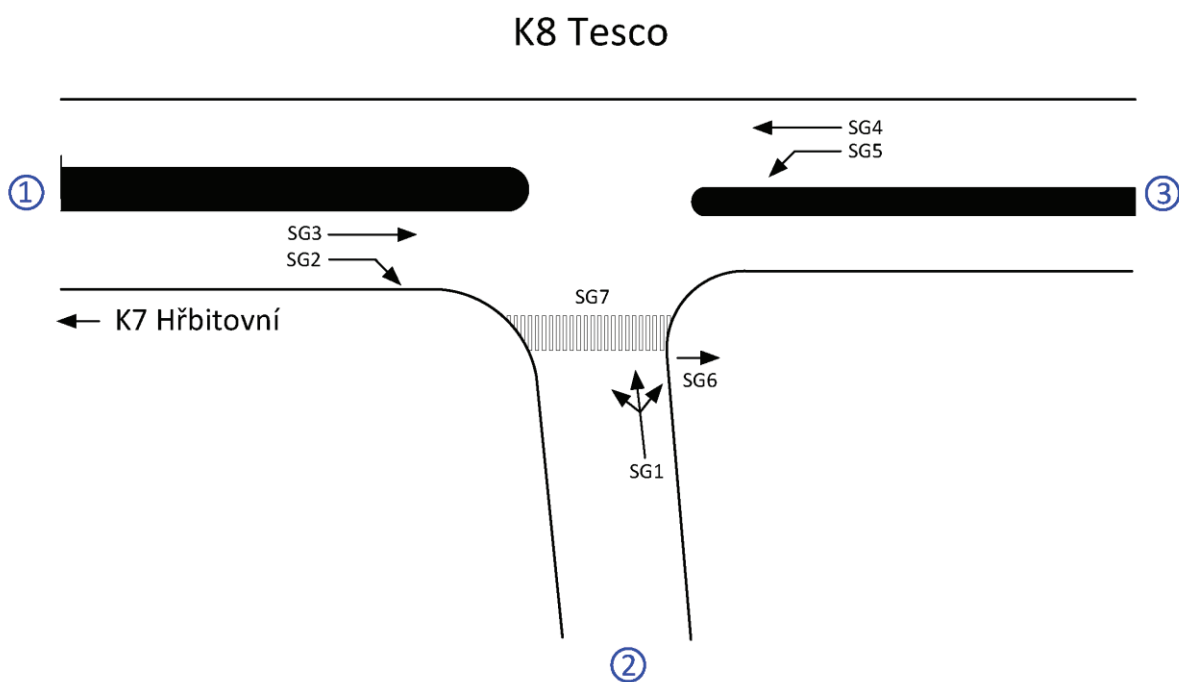


Obrázek 19 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K7 Hřbitovní

Zdroj: autor

### 2.2.8 Křižovatka K8 Tesco

- Tvar křižovatky: styková, s dopravními ostrůvky směrově oddělených jízdních pruhů.
- Hlavní směr: ulice Rokycanská (vstupy 1 a 3), signální skupiny SG3 a SG4.
- MHD: trolejbusová linka č. 11 (ulice Rokycanská (vstup 1) – U Zahrádek (vstup 2)) (17). Na křižovatce není zavedena preference MHD (18).
- Specifika: výjezd od OC Plzeň.
- Schéma křižovatky s označením vjezdů a signálních skupin (obrázek č. 20):



Obrázek 20 Schéma křižovatky K8 Tesco

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

- Křižovatkové mezičasy K8 Tesco (tabulka č. 19):

Tabulka 19 Tabulka křižovatkových mezičasů [s] K8 Tesco

K8 Tesco		Najíždí SG						
		1	2	3	4	5	6	7
Vyklízí SG	1			6	7	6		6
	2					6		7
	3	6				6	7	
	4	7						
	5	7	9	7				9
	6			6				6
	7	13	12				11	13

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

- Konfigurace SSZ K8 Tesco (tabulka č. 20, hlavní směry vyznačeny tučnými písmeny):

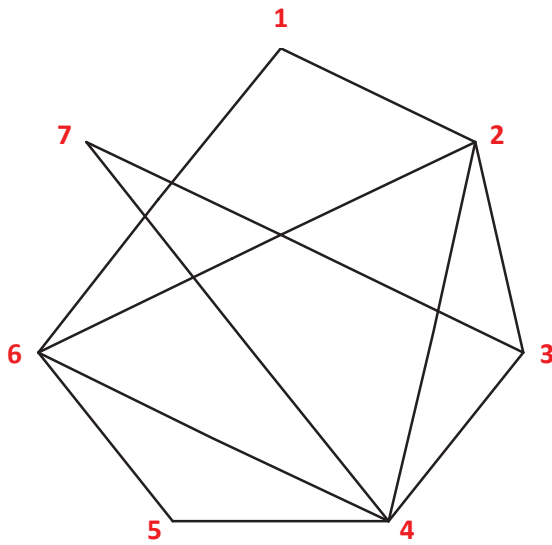
Tabulka 20 Konfigurace SSZ K8 Tesco

K8 Tesco			Do směru		
		Světelné signály	1	2	3
Ze směru	<b>1</b>	Se směrovými šipkami			
	<b>2</b>	Plné kruhové světlo			Signál doplňkové zelené šipky
	<b>3</b>	Se směrovými šipkami			

Zdroj: autor



- Sestavený graf bezkoliznosti (obrázek č. 21) pro křižovatku K8 Tesco:



Obrázek 21 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K8 Tesco

Zdroj: autor na podkladě materiálů SVSMP

## 2.3 Další důležitá místa na řešeném úseku

V tabulce č. 21 jsou vyjmenována všechna další důležitá místa, mezi která patří např. zast. MHD, křižovatky bez SSZ, podchody, nadchody a vjezdy či výjezdy z ostatních míst, např. parkovišť, autosalonů apod. Uvedeny jsou rovněž délky jednotlivých dílčích úseků, tj. vzdálenosti mezi křižovatkami řízenými SSZ v obou jízdních směrech řešeného úseku průtahu I/26.

Tabulka 21 Vzdálenosti mezi křižovatkami

Směr K1 Sirková → K8 Tesco		Směr K8 Tesco → K1 Sirková	
<b>K1 Sirková</b>			
nadchod	370 [m]		390 [m]
		Vjezd parkoviště	
Zast. MHD			
Výjezd od hotelu		Výjezd z parkoviště	
		Zast. MHD	
		Výjezd pivovar	
Přechod		přechod	
		Výjezd pivovar	
<b>K2 Lobežská</b>			
Přechod	390 [m]	Přechod	400 [m]
Ul. Švihovská			
Zast. MHD			
		Vjezd/výjezd park.	
Vjezd NC U Prazdroje			
		Zast. MHD	
		Vjezd/výjezd park.	
Místo pro přecházení		Místo pro přecházení	
<b>K3 Gambrinus</b>			
Místo pro přecházení	490 [m]	Místo pro přecházení	460 [m]
Zast. MHD			
<b>K4 Jateční</b>			
Podchod	780 [m]	Podchod	790 [m]
Zast. MHD		Zast. MHD	
Výjezd Baumax			
Podchod		Podchod	
Křižovatka Revoluční		Křižovatka Dítětova	
Podchod		Podchod	

Směr K1 Sirková → K8 Tesco		Směr K8 Tesco → K1 Sirková	
Zast. MHD		Zast. MHD	
Místo pro přecházení		Místo pro přecházení	
<b>K5 Pietas</b>			
Místo pro přecházení	670 [m]	Místo pro přecházení	680 [m]
Zast. MHD		Zast. MHD	
Vjezd parkoviště		Křižovatka	
<b>K6 Jiřinová</b>			
Místo pro přecházení	410 [m]	Místo pro přecházení	420 [m]
Vjezd a výjezd Opel		Vjezd a výjezd BMW	
Zast. MHD		Zast. MHD	
Místo pro přecházení		Místo pro přecházení	
<b>K7 Hřbitovní</b>			
Místo pro přecházení	510 [m]	Místo pro přecházení	510 [m]
		Zast. MHD	
Podchod		Podchod	
Zast. MHD			
Vjezd na parkoviště			
<b>K8 Tesco</b>			

Zdroj: autor

## 2.4 Jízdní doby mezi křižovatkami

V tabulce č. 22 jsou uvedeny jízdní doby mezi jednotlivými křižovatkami řízenými SSZ v obou jízdních směrech řešeného úseku průtahu I/26. V celé jeho délce je stanovena maximální rychlost  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Hodnoty byly získány měřením při prováděném průzkumu. V každém mezikřižovatkovém úseku byl autorem práce změřen čas jízdy 25 cizích vozidel. Další 5 hodnot bylo získáno měřením času průjezdu vlastním testovacím vozem. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v sekundách.

Získané časy jízdních dob (odečtené ze stopek) jsou před zaokrouhlením na celé sekundy ze statistického hlediska spojitou náhodnou veličinou, protože mohou nabývat jakékoliv hodnoty z určitého intervalu. Pro potřeby této diplomové práce a z důvodu možnosti snadnějšího vyhodnocení uvedených hodnot bylo přistoupeno k jejich zaokrouhlení. Po zaokrouhlení na celé sekundy jsou naměřené časy diskrétní náhodnou veličinou, a je možno tak dobře zjistit jejich statistické charakteristiky, kterými jsou aritmetický průměr, střední hodnota, směrodatná odchylka a rozptyl.

Pro účely této diplomové práce však postačí průměrné hodnoty z jednotlivých řádků tabulky č. 22. Tyto průměrné hodnoty jsou uvedeny následně v tabulce č. 23.

Tabulka 22 Jízdní doby mezi křižovatkami [s]- data z průzkumu

křižovatka	Označení vozidla																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
K1 Sirková																															
K2 Lobežská	40	30	32	30	28	28	26	25	29	34	31	22	35	28	32	31	25	26	28	26	29	32	28	25	22	30	26	27	25	28	
K3 Gambrinus	28	27	28	34	27	32	25	23	28	31	30	28	27	31	26	30	27	25	30	31	28	27	22	29	30	28	26	29	28	25	
K4 Jateční	36	32	34	35	35	33	30	29	31	28	27	33	35	32	34	35	36	32	30	33	35	31	33	36	33	34	31	30	33	34	
K5 Pietas	59	55	60	56	62	61	50	58	56	65	53	55	58	57	54	56	55	54	62	68	58	56	54	53	57	58	60	56	55	57	
K6 Jiřinová	49	52	45	47	47	45	44	46	40	48	45	46	43	50	49	51	48	52	50	49	48	50	46	49	48	49	48	46	51	49	
K7 Hřbitovní	30	29	26	26	30	27	24	29	31	28	29	25	29	32	30	28	27	31	29	31	30	28	32	26	29	30	31	28	27	24	
K8 Tesco	33	37	33	32	39	31	40	36	33	38	40	39	37	38	35	40	39	37	36	39	37	38	35	39	35	37	36	34	38	37	
K8 Tesco																															
K7 Hřbitovní	40	35	38	36	37	39	40	36	37	35	38	39	37	36	35	30	36	37	34	38	35	37	36	33	38	37	35	40	39	37	
K6 Jiřinová	34	29	26	31	28	28	24	27	28	30	31	29	29	31	30	28	30	31	27	24	29	31	34	31	29	30	28	29	27	30	
K5 Pietas	53	47	42	48	43	50	48	50	44	48	49	50	52	49	46	47	50	49	48	44	46	50	48	49	47	50	46	48	51	49	
K4 Jateční	45	48	57	55	63	54	58	63	56	54	53	64	60	58	56	57	58	55	60	57	59	58	54	52	48	55	56	55	57	58	
K3 Gambrinus	30	41	33	29	31	37	33	31	27	25	32	33	36	31	30	34	35	32	33	29	32	33	36	35	39	35	36	34	33	32	
K2 Lobežská	28	27	29	31	30	26	28	30	29	32	27	29	28	30	28	27	23	29	27	25	28	30	26	28	27	29	31	33	27	28	
K1 Sirková	28	30	24	22	28	25	23	30	28	25	27	26	24	28	26	32	28	26	27	24	26	23	27	26	24	27	25	24	27	26	

Zdroj: autor

Tabulka 23 Průměrné jízdní doby mezi křižovatkami [s]

směr	křižovatka	prům. j. d.	směr	křižovatka	prům. j. d.
K1 Sirková → K8 Tesco	K1 Sirková		K8 Tesco → K1 Sirková	K8 Tesco	
	K2 Lobežská	29 [s]		K7 Hřbitovní	37 [s]
	K3 Gambrinus	28 [s]		K6 Jiřinová	29 [s]
	K4 Jateční	33 [s]		K5 Pietas	48 [s]
	K5 Pietas	57 [s]		K4 Jateční	56 [s]
	K6 Jiřinová	48 [s]		K3 Gambrinus	33 [s]
	K7 Hřbitovní	29 [s]		K2 Lobežská	28 [s]
	K8 Tesco	37 [s]		K1 Sirková	26 [s]

Zdroj: autor

## 2.5 Faktory ovlivňující možnost koordinace na řešeném úseku

Koordinace činnosti SSZ (slangově „zelená vlna“) by při správné aplikaci měla umožnit silničním vozidlům jedoucím určitou rychlostí projet co největším počtem křižovatek bez zastavení. Proto je nutné vytvořit (a v maximální možné míře dodržet) takové podmínky a zásady, aby odchylky od této rychlosti byly v celém úseku s koordinovanou činností SSZ co možná nejmenší. Takovými podmínkami a zásadami jsou:

- 1) vzdálenost mezi jednotlivými SSZ do 750 m, výjimečně do 1 000 m, neboť při větších vzdálenostech dochází k rozvolňování kolon vozidel a koordinace ztrácí smysl (na řešeném úseku max. vzdálenost mezi křižovatkami K4 Jateční a K5 Pietas 780 m, resp. 790 m) (20),
- 2) stejná délka cyklu na všech křižovatkách (20),
- 3) více než jeden jízdní pruh v koordinovaném směru pro umožnění předjíždění pomalejších vozidel (která tak svou jízdou negativně neovlivní rychlost ostatních vozidel) – řešený úsek splňuje v celé délce,
- 4) zastávky MHD v zálivech, zákazy zastavení v jízdních pruzích – řešený úsek splňuje v celé délce,
- 5) dostatečně dlouhé odbočovací pruhy především pro levé odbočení; kde to není možné, uvažovat o zákazu odbočení vlevo či alespoň o jeho časovém omezení (TP 81: *Délka řadících pruhů pro odbočení vlevo má být taková, aby na nich mohla zastavit všechna vozidla odbočující vlevo v době cyklu s rezervou 20 % (délka pruhu pro 1 vozidlo je 6 m). Délka pruhů pro odbočení vlevo má být pokud možno delší než vypočtená délka sousedního řadícího pruhu (pro jízdu přímo), aby vlevo odbočující vozidla mohla do řadícího pruhu zajíždět neomezeně.* (20)) – problematickým místem jsou především křižovatky K2 Lobežská ve směru do centra (resp. odbočení vlevo z ulice U Prazdroje do ulice Lobežská) a K4 Jateční ve směru z centra (resp. odbočení vlevo z ulice U Prazdroje do ulice Jateční) v době špičky,
- 6) zařazení světelných přechodů pro chodce do koordinace, popř. zřídit možnost mimoúrovňového překonání komunikace s koordinovanou činností SSZ.

Mezi faktory, které mají vliv na snížení rychlosti jedoucích vozidel, patří především pohyb těžkých nákladních vozidel, velké stoupání, nedostatečná šířka jízdních pruhů, malý poloměr zatáček, nekvalitní povrch vozovky. Případná kombinace uvedených faktorů má na rychlost vozidel dopad ještě výraznější. Na řešeném úseku přichází v úvahu pohyb těžkých nákladních vozidel (oběma směry) a velké stoupání ve směru z centra (začíná za křižovatkou K4 Jateční a pokračuje až ke křižovatce K7 Hřbitovní, tj. na vzdálenosti zhruba 1.500 m stoupání přibližně o ca 75 výškových metrů). Další problémy jsou způsobovány v případě, kdy jsou těžká vozidla zastavena signálem „Stůj“ na křižovatce K5 Pietas, kde se pak ve stoupání těžko rozjíždějí.

Přechody pro chodce jsou na řešeném úseku zřízeny jen na některých křižovatkách se SSZ, v ostatních místech jsou nahrazeny podchody.

Koordinaci činnosti SSZ dále ovlivňuje zavedená preference MHD na křižovatkách K1 Sirková, K2 Lobežská, K3 Gambrinus, K4 Jateční a K7 Hřbitovní. Ve všech případech se jedná o křižovatky s vysokou intenzitou provozu, a s výjimkou křižovatky K3 Gambrinus jde o místa, kde dochází k větvení linek MHD.

Jednotlivá vozidla MHD (osazená zařízením určujícím polohu a odesílajícím datové telegramy) odesílají do řídicího systému křižovatky s časovým předstihem (a z přesně stanoveného místa) požadavek na projetí. Požadována je přesnost identifikace polohy v řádu jednotek metrů, resp. jedné sekundy.

Podle aktuální fáze cyklu řízení je pak doba trvání signálu „Volno“ prodloužena, popř. je cyklus pozměněn tak, aby vozidlo projelo křižovatkou pokud možno plynule nebo s co možná nejkratší dobou zdržení. Možnosti, jak zajistit preferenci MHD na základě známé polohy dopravního prostředku MHD, jsou následující:

- prodlužování a zkracování fází:
  - prodloužení vlastní fáze (se signálem „Volno“ pro vozidla MHD),
  - zkrácení vlastní fáze a předvýběr jiné fáze (tak, aby mohla být fáze se signálem „Volno“ pro vozidlo MHD znovu co nejdříve zařazena),

- zkrácení jiné fáze (kolizní se signálem „Volno“ pro vozidlo MHD),
- změna pořadí fází – požadovaná fáze je po přihlášení vozidla MHD zařazena co nejdříve,
- vložení fáze navíc – při přihlášení vozidla MHD (v situaci, kdy fáze se signálem „Volno“ pro vozidlo MHD nejsou zařazovány pravidelně),
- okamžité doplnění nekolizního signálu „Volno“ do probíhající fáze (pokud to z hlediska možné „koliznosti“ lze),
- volná tvorba signálního plánu – nelze využít na úsecích s koordinovanou činností SSZ (podmínkou koordinované činnosti SSZ je stejná doba cyklu na všech křižovatkách, což by v případě volné tvorby signálního plánu nemohlo být dodrženo).

Preferencí MHD na křižovatkách dochází ke zvýšení průměrné rychlosti, což má vliv na počet vozidel potřebných k obsluze linky. Snížením počtu vozidel a tím pádem i obslužného personálu dochází k úspoře provozních nákladů. Zároveň však preferencí MHD na jedné křižovatce může docházet k narušení koordinace s činností dalších (sousedních) křižovatek se SSZ, což v průzkumu provedeném SVSMP ve věci možného zavedení „zelené vlny“ přiznávají i odborníci z uvedené instituce (21).

Na základě zjištěných intenzit dopravy lze konstatovat:

- 1) S výjimkou křižovatky K8 Tesco, která má špičkovou hodinu posunutou do času 16:00 – 16:59, je na všech křižovatkách špičková hodina v čase 15:00 – 15:59.
- 2) Za úsek s nejvyšší intenzitou dopravy lze považovat úsek mezi křižovatkami K1 Sirková a K4 Jateční.



## 3 Tvorba signálních plánů křižovatek

Tato kapitola bude věnována tvorbě signálních plánů jednotlivých (izolovaných) křižovatek a následně jejich koordinaci jak obecně, tak pro úsek řešený v diplomové práci.

### 3.1 Podklady pro tvorbu signálních plánů

Signální plán je grafickým znázorněním signálních obrazů návěstidel SSZ pro účastníky silničního provozu. Vychází jednak z prostorového uspořádání a možností konkrétní křižovatky, ze zjištěných (nebo předpokládaných či navrhovaných) intenzit dopravy a samozřejmě musí také respektovat platná pravidla silničního provozu.

Pro sestavu signálního plánu je tedy nutné znát:

- prostorové řešení křižovatky, existenci řadících a jízdních pruhů,
- světelné signály pro jednotlivé dopravní proudy, signální skupiny,
- tabulku křižovatkových mezičasů pro jednotlivé signální skupiny,
- hodinové intenzity dopravy podle křižovatkových pohybů (kartogramy křižovatek).

Výše uvedené podklady jsou obsahem podkapitol 2.2.1 – 2.2.8 této diplomové práce s výjimkou tabulek s hodinovými intenzitami dopravy na jednotlivých křižovatkách, které jsou v příloze na CD ve složce „1 Kartogramy křižovatek“.

Na základě těchto podkladů je pak možno určit optimální sestavu fázových skupin, stanovit jejich pořadí a vytvořit časový plán vstupů do křižovatky. Pro zavedení „zelené vlny“ na úseku se pak musí vypočtené signální plány jednotlivých křižovatek koordinovat. U koordinovaných křižovatek je nutné použití několika signálních plánů, které musí vyhovovat různým intenzitám:

- během dne (dopravní sedlo, dopravní špička),
- v průběhu týdne (pracovní dny, víkendy, svátky),
- v průběhu roku (doba školního vyučování, doba školních prázdnin),
- v případě mimořádného provozu (kulturní, sportovní akce apod.).

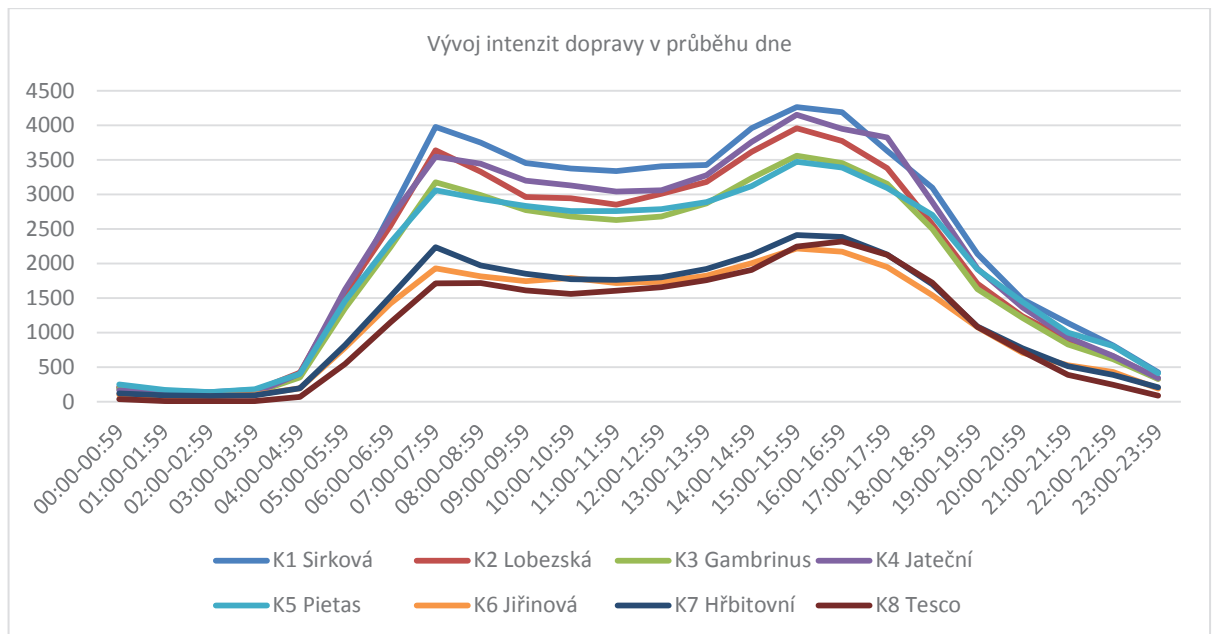
V tabulce č. 24 je přehled celkových intenzit na křižovatkách v průběhu 24 hodin:

**Tabulka 24 Celkové intenzity na křižovatkách**

Hodina	K1 Sirková	K2 Lobežská	K3 Gambrinus	K4 Jateční	K5 Pietas	K6 Jiřinová	K7 Hřbitovní	K8 Tesco
00:00-00:59	205	212	185	169	252	101	121	36
01:00-01:59	156	128	115	110	174	84	91	9
02:00-02:59	141	125	109	97	140	81	83	5
03:00-03:59	170	156	130	126	182	104	91	12
04:00-04:59	371	422	354	406	403	195	193	68
05:00-05:59	1478	1574	1352	1624	1460	782	822	545
06:00-06:59	2722	2548	2236	2657	2305	1422	1523	1150
07:00-07:59	3980	3640	3178	3547	3063	1933	2237	1712
08:00-08:59	3750	3329	2990	3445	2935	1814	1973	1718
09:00-09:59	3454	2965	2773	3198	2832	1744	1851	1614
10:00-10:59	3374	2944	2681	3129	2759	1791	1774	1561
11:00-11:59	3339	2854	2632	3043	2762	1720	1764	1608
12:00-12:59	3408	3008	2680	3060	2790	1736	1800	1658
13:00-13:59	3426	3181	2870	3278	2891	1825	1920	1760
14:00-14:59	3957	3616	3238	3761	3120	2006	2128	1909
15:00-15:59	4267	3957	3559	4153	3472	2218	2412	2248
16:00-16:59	4190	3773	3454	3949	3392	2172	2385	2320
17:00-17:59	3629	3379	3154	3826	3095	1950	2130	2127
18:00-18:59	3097	2570	2499	2888	2706	1541	1698	1721
19:00-19:59	2139	1708	1630	1926	1918	1078	1087	1083
20:00-20:59	1484	1237	1212	1365	1443	707	772	728
21:00-21:59	1139	897	831	929	1000	530	514	388
22:00-22:59	814	657	617	663	807	430	390	245
23:00-23:59	426	335	330	343	414	190	207	89

Zdroj: autor na podkladě dat SVSMP

Lepší přehled o vývoji intenzity dopravy na křižovatkách v rámci 24 hodin poskytuje graf na obrázku č. 22:



Obrázek 22 Graf celkových intenzit

Zdroj: autor

Intenzita ranního provozu se začíná zvyšovat poměrně prudce od času 04:00 hod. do 07:59 hod., dále následuje doba dopravního sedla do 14:00 hod., kdy začíná volnější nástup odpolední dopravní špičky, která trvá přibližně do 18:00 hod., poté intenzita provozu opět slábně. Sestava signálních plánů proto bude provedena ve dvou variantách:

- 1) pro dobu probíhající dopravní špičky v čase 15:00 hod. – 15:59 hod.,
- 2) pro dobu dopravního sedla v čase 11:00 hod. – 11:59 hod.

Důvody pro výběr časového období jsou zřejmé – snaha o zachycení situace ve špičce a mimo špičku. Zároveň není nutné řešit časové období od 19:00 hod. (na některých křižovatkách od 22:00 hod.) do 5:00 hod., kdy je SSZ mimo provoz.

Mimo špičku pracuje SSZ v Plzni s cyklem 80 s, ve špičce 100 s.

## 3.2 Signální plány křižovatek a jejich tvorba

Při tvorbě signálních plánů křižovatek na úseku komunikace I/26, který je řešen v této diplomové práci, bylo využito vstupů jednak poskytnutých správcem SSZ v Plzni, kterým je SVSMP, a dále podkladů získaných autorem přímo v terénu. Byly využity poznatky získané při studiu předmětů Teorie dopravy a Operační výzkum.

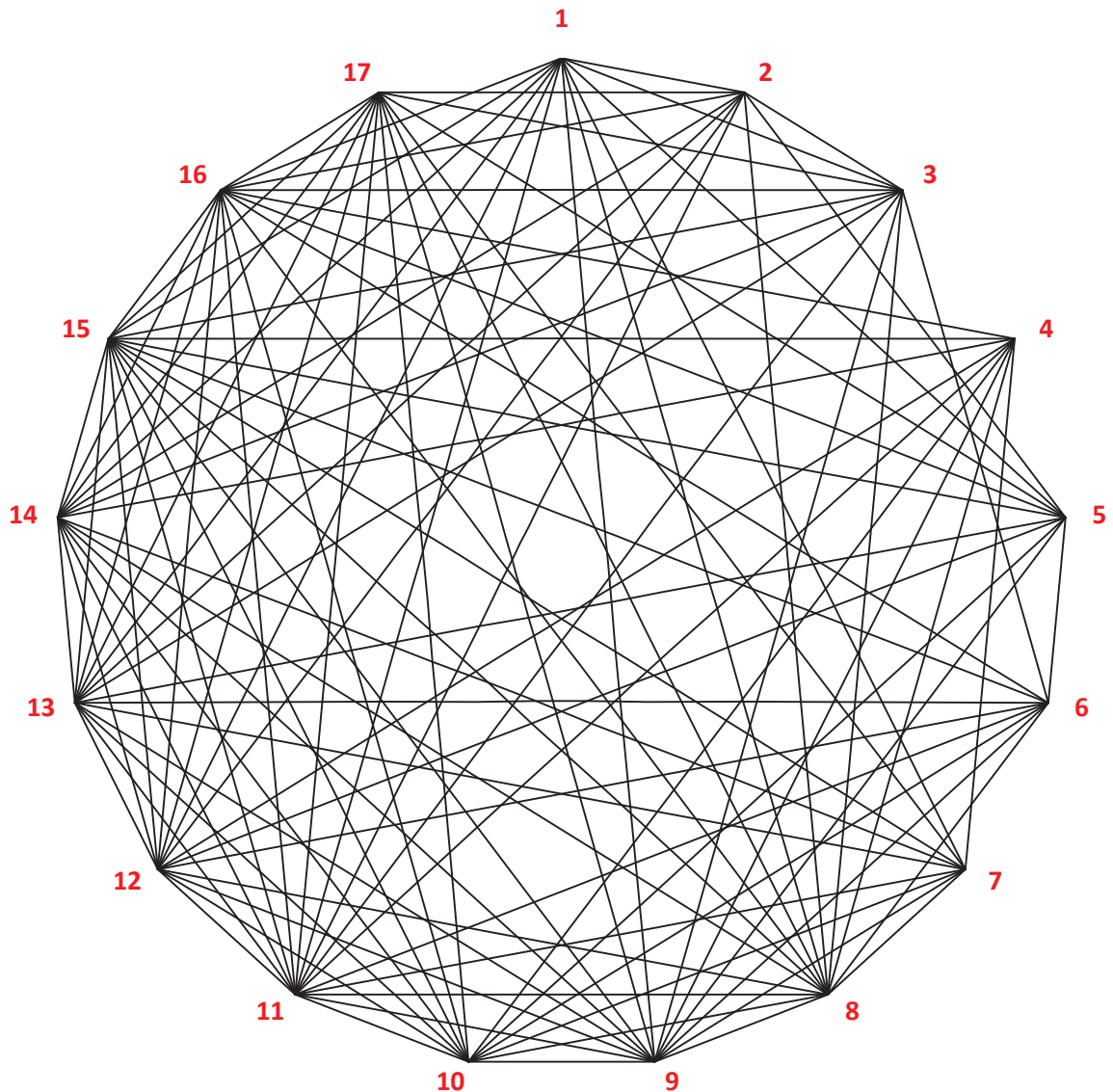
### 3.2.1 Určení optimální sestavy fázových skupin

Při znalosti signálních skupin na jednotlivých křižovatkách je nejprve nutné nalézt maximální fázové skupiny pro každou z těchto křižovatek. K tomu je třeba sestavit graf, kde každý z vrcholů představuje jednu signální skupinu, a hrany (spojnice vrcholů) pak určují, zda jsou dané signální skupiny vůči sobě kolizní (nemohou svítit současně -> hrana mezi vrcholy neexistuje) nebo bezkolizní (do této skupiny patří i signální skupiny podmíněně kolizní, signální skupiny mohou svítit současně -> hrana existuje). Takový graf je nazýván graf bezkoliznosti. Posouzení skutečnosti, zda jsou dvě signální skupiny vzájemně kolizní, nebo bezkolizní (příp. podmíněně kolizní), je prováděno na základě znalosti:

- signálních skupin konkrétní křižovatky,
- platných pravidel silničního provozu,
- prostorového řešení konkrétní křižovatky.

Grafy bezkoliznosti všech křižovatek jsou v podkapitolách 2.2.1 – 2.2.8 v popisných informacích o jednotlivých křižovatkách.

Na obrázku č. 23 je ukázka, jak takový graf bezkoliznosti vypadá pro křižovatku K3 Gambrinus s 17 signálními skupinami. Tato křižovatka se v průběhu zpracování diplomové práce ukázala jako nejvíce problematická.

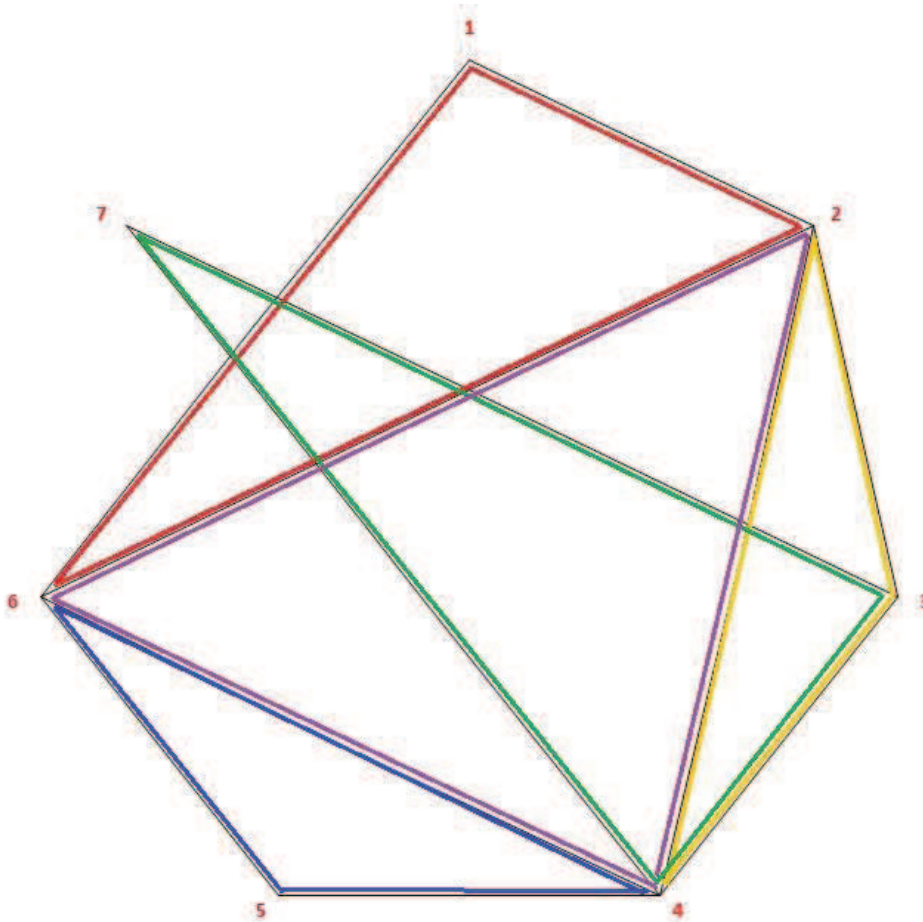


Obrázek 23 Graf bezkoliznosti pro křižovatku K3 Gambrinus

Zdroj: autor

Na takto vytvořeném grafu bezkoliznosti se následně vyhledají maximální kompletní podgrafy. Maximální kompletní podgraf je takový graf, v němž jsou hranou spojeny každé dva vrcholy, a nelze k nim přidat žádný další vrchol, aniž by došlo k narušení podmínky kompletnosti podgrafu.

Ukázka takového grafu s nalezenými a barevně vyznačenými maximálními kompletními podgrafy (pro podstatně jednodušší křížovatku K8 Tesco) je na obrázku č. 24:



Obrázek 24 Vyznačené maximální kompletní podgrafy pro křížovatku K8 Tesco

Zdroj: autor

Každý nalezený maximální kompletní podgraf je maximální fázovou skupinou. Na příkladu výše uvedeného grafu bezkoliznosti, který je zpracovaný pro křížovatku K8 Tesco, jsou tyto maximální kompletní podgrafy snadno rozeznatelné (v grafu barevně odlišeno):

- F1 (vyznačeno červeně): {S1, S2, S6},
- F2 (vyznačeno žlutě): {S2, S3, S4},
- F3 (vyznačeno fialově): {S2, S4, S6},
- F4 (vyznačeno zeleně): {S3, S4, S7},
- F5 (vyznačeno modře): {S4, S5, S6}.

Z obrázků č. 23 a 24 je patrné, že čím více je signálních skupin, a tím i možných hran, které spojují vrcholy, tím hůře se vyhledávají maximální kompletní podgrafy. Mohlo by snadno dojít k přehlédnutí některého z maximálních kompletních podgrafů, nebo by do něho naopak nemusely být zahrnuty všechny vrcholy (tedy všechny signální skupiny). Smyslem je ale pravý opak, tedy dosáhnout maximální skupiny vstupních proudů a efektivně tak využít čas v rámci cyklu. Z uvedeného důvodu je nutné, aby nalezených fázových skupin bylo co nejméně, a samozřejmou podmínkou je, aby každá signální skupina byla obsažena alespoň v jedné z těchto fázových skupin. Při přechodu z jedné fáze do druhé musí být dodrženy vyklizovací časy kolizních směrů; tento čas je nevyužitý a v rámci cyklu zkracuje dobu zelených, proto je vhodné vyhledat takovou sestavu, kde je součet mezičasů minimální.

Pro nalezení maximálních kompletních podgrafů (maximálních fázových skupin), jak je popsáno výše, byl použit soubor vytvořený v softwaru MS Excel s naprogramovaným makrem. Tento soubor je k dispozici na KTRD DFJP UPce a byl poskytnut vedoucím práce doc. Ing. Josefem Bulíčkem, Ph.D. Na obrázku č. 25 je screen listu excel se zadanými vstupními údaji pro nalezení maximálních kompletních podgrafů:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Křižovatka:	K1 Sirková			Počet s	12	Iterací	1000	Max. k. podgrafy				
2	Jednička znamená spojnic v grafu bezkoliznosti.												
3		s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12
4	s1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
5	s2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
6	s3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	s4	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
8	s5	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
9	s6	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
10	s7	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
11	s8	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
12	s9	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
13	s10	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
14	s11	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
15	s12	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
16													

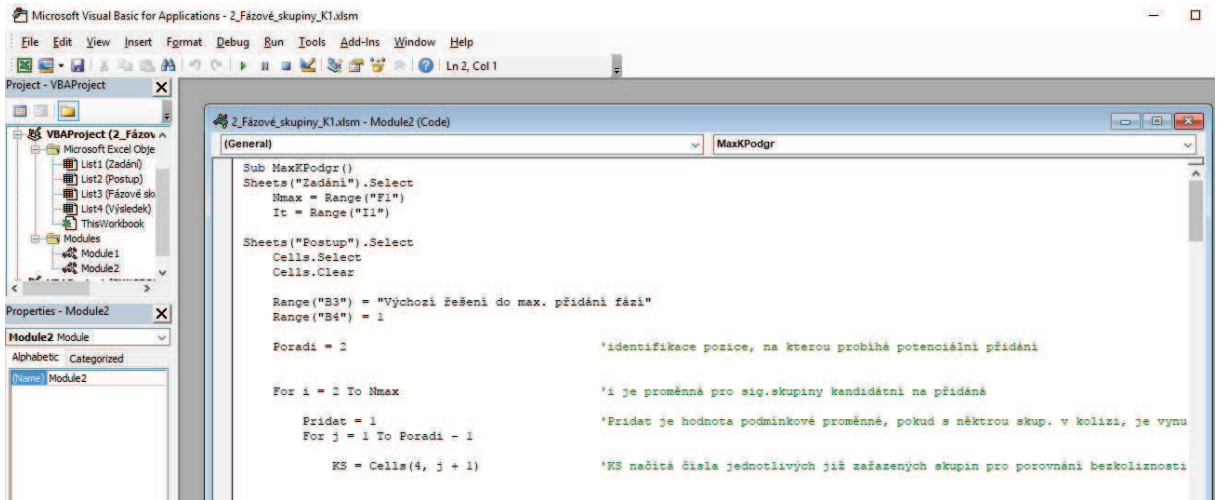
Obrázek 25 Screen listu MS Excel se zadanými vstupními údaji pro vyhledání maximálních kompletních podgrafů

Zdroj: autor

Při výpočtu bylo třeba zadat dostatečný počet iterací, aby bylo zajištěno, že budou nalezeny všechny maximální kompletní podgrafy. Dle počtu signálních skupin na křižovatce byl tento počet iterací volen v rozsahu 500 – 2500. Důležité bylo, aby se ve výsledné sestavě začaly

objevovat duplicity, které byly následně odstraněny. Stejně tak musely být z výsledků odstraněny takové, které byly zároveň podmnožinou některé další, početnější množiny.

Na obrázku. č. 26 je screen obrazovky s částí zobrazeného makra:



```
Sub MaxKPodgr()  
Sheets("Zadani").Select  
Nmax = Range("F1")  
It = Range("I1")  
  
Sheets("Postup").Select  
Cells.Select  
Cells.Clear  
  
Range("B3") = "Výchozí řešení do max. přidání fází"  
Range("B4") = 1  
  
Poradi = 2 'identifikace pozice, na kterou probíhá potenciální přidání  
  
For i = 2 To Nmax 'i je proměnná pro sig.skupiny kandidátní na přidání  
    Pridat = 1 'Pridat je hodnota podmínkové proměnné, pokud s některou skup. v kolizi, je vynu  
    For j = 1 To Poradi - 1  
        Ks = Cells(4, j + 1) 'Ks načítá čísla jednotlivých již zařazených skupin pro porovnání bezkoliznosti
```

Obrázek 26 Náhled zapsaného makra

Zdroj: autor

Soubory s kompletními výsledky vyhledání maximálních kompletních podgrafů (tedy nalezení maximálních fázových skupin) jsou v příloze na CD ve složce s názvem „3 Maximální kompletní podgrafy – maximální fázové skupiny“. Složka obsahuje soubory jednotlivých křižovatek (označení souboru např.: „K1\_Sirková\_MFS.xlsm“) a dále jeden společný soubor „Maximální fázové skupiny – přehled“.

V tabulce č. 25 jsou uvedeny pouze počty nalezených maximálních fázových skupin pro jednotlivé křižovatek. Signální skupiny, které jsou obsažené v příslušné fázi, jsou uvedeny v souboru konkrétní křižovatek nebo v souboru s celkovým přehledem.



**Tabulka 25 Počet nalezených maximálních fázových skupin pro jednotlivé křížovatky**

Křížovatka	Počet nalezených maximálních fázových skupin
K1 Sirková	9
K2 Lobežská	18
K3 Gambrinus	47
K4 Jateční	11
K5 Pietas	26
K6 Jiřinová	6
K7 Hřbitovní	12
K8 Tesco	5

Zdroj: autor

Dalším krokem je nalézt mezi fázovými skupinami minimální pokrývací množinu fází. Pro nalezené fázové skupiny se sestaví pokrývací matice, jak je vidět na příkladu pro křížovatku K8 Tesco v tabulce č. 26 (je-li signální skupina  $SG_n$  obsažena v dané fázi  $F_n$  podle tabulky s maximálními fázovými skupinami, má v řádku příslušné fáze 1):

**Tabulka 26 Příklad pokrývací matice pro křížovatku K8 Tesco**

	SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7
F1	1	1				1	
F2		1	1	1			
F3		1		1		1	
F4			1	1			1
F5				1	1	1	

Zdroj: autor

Na základě sestavené pokrývací matice je řešen pokrývací problém, jehož cílem je najít v matici minimální počet řádků (tedy minimální počet fází) tak, aby v nalezených řádcích byla jednička v každém sloupci (to znamená, že každá signální skupina musí být přiřazena do fáze).

Pro nalezení minimální pokrývací množiny byl opět použit software MS Excel s využitím nástroje Řešitel. Nalezené minimální pokrývací množiny jsou v příloze na CD ve složce s názvem „4 Minimální pokrývací množina fází“. Obsahem složky jsou soubory pro konkrétní křížovatky (název souboru např.: *K1\_Sirková\_MPMF.xlsx*) a opět i soubor s celkovým přehledem „*Minimální pokrývací množina fází – přehled*“. Pokrývací matice (vybrané fáze) je pak na každém listu uvedeného souboru nebo v souboru s celkovým přehledem.

Na obrázku č. 27 je screen uvedeného souboru s náhledem zadané pokrývací matice:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2	Fázová skupina	ano/ne			s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13
3																	
4	Počet vybraných fází:		4		3	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	0
5	Popis	minimalizovat															
6	1	1			1	1	1	1									
7	2	0			1	1		1						1	1	1	
8	3	1			1	1					1			1			
9	4	0			1			1		1				1	1	1	
10	5	0			1			1				1					
11	6	1			1					1			1	1	1	1	
12	7	0			1							1	1				
13	8	0					1	1	1					1	1	1	
14	9	1					1	1				1					
15	10	0															

Obrázek 27 Screen listu MS Excel se zadanými vstupními údaji pro vyhledání

Zdroj: autor

Na obrázku č. 28 je náhled nástroje Řešitel z uvedeného souboru se zadanou účelovou funkcí a omezujícími podmínkami:

Parametry Řešitele

Účelová funkce: SCS4

Hledat:  Max  Min  Hodnota: 0

Proměnné modelu: SCS6:SCS105

Omezující podmínky:

SCS6:SCS105 = binární\_číslo  
SES4:SPS4 >= 1

Nastavit podmínky nezápornosti

Vyberte metodu řešení: Simplexová metoda

Metoda řešení  
Simplexovou metodu zvolte pro lineární optimalizační problémy, Gradientní metodu pro hladké nelineární problémy a Evoluční algoritmus pro nehladké nelineární problémy.

Nápověda **Řešit** Zavřít

Obrázek 28 MS Excel, okno nástroje Řešitel

Zdroj: autor

### 3.2.2 Stanovení pořadí fázových skupin

Pořadí fázových skupin je určeno podle výsledku porovnání hodnot součtů mezičasů mezi fázovými skupinami. Potřebnými podklady jsou:

- Tabulka křížovatkových mezičasů (uvedeny v kap. 2.2.1 – 2.2.9),
- Tabulka maximálních fázových skupin (příloha na CD).

Pro další postup je třeba najít takovou sestavu fází, při které je součet maximálních mezičasů co nejmenší. Využit byl opět software MS Excel a naprogramované makro, díky kterému bylo možné prověřit všechny sestavy fází. Podrobné výsledky jsou opět v příloze na CD ve složce „5 Výpočet maximálních mezičasů“ (jednotlivé soubory jsou pak nazvány např.: *K1\_Sirková\_VMM.doc*). Pouze v případě křížovanky K3 Gambrinus jsou soubory dva, důvodem je velké množství možných sestav fází a jejich střídání. Na obrázku č. 29 je náhled listu MS Excel s částí zadaných střídání fází pro nalezení minimálního součtu maximálních mezičasů:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
116											
117											
118											
119	Najít střídání s min. součtem mezičasů										
120					Nejlepší střídá	93		Souč. mez	31		
121											
122	Počet variant pořadí				Fáze /zadejte čísla celých fází/ a jejich pořadí (max. 300 variant)						
123	258			1	5	18	27	32			
124	vzorec,			2	5	27	32	18			
125	ovšem nutno			3	5	32	18	27			
126	zkontrolovat,			4	5	18	32	27			
127	zda-li číslo odpovídá			5	5	27	18	32			
128	počtu zadaných			6	5	32	27	18			
129	variant pořadí			7	4	18	32	36			
130	(řádků v tabulce zde vpravo)			8	4	18	36	32			
131	Max. 300			9	4	32	18	36			
132				10	4	32	36	18			
133				11	4	36	18	32			
134				12	4	36	32	18			

Obrázek 29 MS Excel – náhled části zadaných střídání

Zdroj: autor

V následujících podkapitolách jsou tedy uvedeny pouze konečné výsledky pro přehled.

### Křižovatka K1 Sirková

Pro křižovatku K1 Sirková byly nalezeny dvě minimální pokrývací množiny: {F1, F3, F6, F9}, {F1, F3, F7, F8}), je proto nutné posoudit obě. Pro každou z těchto minimálních pokrývacích množin připadá v úvahu 6 variant střídání, posoudit se musí tedy celkem 12 možností.

Pro jednotlivé pokrývací množiny a jejich možná střídání je součet hodnot mezičasů uveden v tabulkách č. 27 a 28 (zeleným podbarvením vyznačena pokrývací množina s minimálním součtem mezičasů):

**Tabulka 27 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F3, F6, F9**

střídání	F1>F3>F6>F9	F1>F6>F9>F3	F1>F9>F3>F6	F1>F9>F6>F3	F1>F3>F9>F6	F1>F6>F3>F9
součet [s]	32	37	30	32	37	34

Zdroj: autor

**Tabulka 28 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F3, F7, F8**

střídání	F1>F3>F7>F8	F1>F7>F8>F3	F1>F8>F3>F7	F1>F3>F8>F7	F1>F7>F3>F8	F1>F8>F7>F3
součet [s]	35	38	37	42	31	37

Zdroj: autor

Pro křižovatku K1 Sirková je tak na základě porovnání součtů mezičasů nejvýhodnější sestava fází se střídáním F1>F9>F3>F6.

Je však třeba posoudit vhodnost pořadí těchto fází v rámci cyklu tak, aby (pokud je to možné) měla každá signální skupina jeden začátek signálu „Volno“, tj. aby nebyly přerušeny tyto signály (doby „zelených“) u těch signálních skupin, které jsou obsaženy ve více fázích. Z tabulky č. 29 je patrné, že ve více fázích je obsažena signální skupina SG1 (která je ve fázích F1, F3 a F6), dále signální skupina SG2 (obsažená ve fázích F1 a F3), signální skupina SG4 (ve fázích F1 a F9) a signální skupina SG10 (která je ve fázích F3 a F6).

Tabulka 29 Pořadí střídání fází v rámci cyklu

	F1	F9	F3	F6	F1	F9	F3	F6
SG1								
SG2								
SG3								
SG4								
SG5								
SG6								
SG7								
SG8								
SG9								
SG10								
SG11								
SG12								

Zdroj: autor

Jako nejvhodnější se jeví střídání fází v rámci cyklu v pořadí  $_1F3>_2F6>_3F1>_4F9$  (v tabulce č. 29 zvýrazněno tučným orámováním).

Při tomto střídání zůstává přerušovaný signál „Volno“ jen pro signální skupinu SG2, která umožňuje jízdu vozidel ve směru ramen křižovatky 4>2, což je v případě křižovatky K1 Sirková jízda z hlavního směru (4) do vedlejšího (2). Pro tento křižovatkový pohyb je zřízen samostatný jízdní pruh, navíc se jedná o jízdní směr s nejnižší intenzitou provozu. Z uvedených důvodů nehrozí nebezpečí vzednutí kolony stojících vozidel až do jízdního pruhu hlavního směru. Při tvorbě vlastního signálního plánu, resp. při sestavě omezujících podmínek v softwaru MS Excel v nástroji Řešitel, bude nutno vzít v úvahu, že SG2 má v rámci cyklu dva začátky, a tedy i dva konce svícení „zelené“.

### *Křižovatka K2 Lobežská*

Pro křižovatku K2 Lobežská bylo nalezeno osm minimálních pokrývacích množin: {F1, F14, F16}, {F2, F10, F16}, {F2, F11, F16}, {F1, F15, F16}, {F5, F8, F14}, {F5, F8, F15}, {F5, F9, F11}, {F5, F9, F10}, je proto nutné posoudit všechny. Pro každou z těchto minimálních pokrývacích množin připadají v úvahu 2 varianty střídání.

Pro jednotlivé pokrývací množiny a jejich možná střídání je součet hodnot mezičasů uveden v tabulkách č. 30 – 37 (zeleným podbarvením je zvýrazněna sestava fází s minimálním součtem mezičasů):

**Tabulka 30 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F14, F16**

střídání	F1>F14>F16	F1>F16>F14
součet [s]	30	33

Zdroj: autor

**Tabulka 31 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F10, F16**

střídání	F2>F10>F16	F2>F16>F10
součet [s]	32	33

Zdroj: autor

**Tabulka 32 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F11, F16**

střídání	F2>F11>F16	F2>F16>F11
součet [s]	33	33

Zdroj: autor

**Tabulka 33 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F15, F16**

střídání	F1>F15>F16	F1>F16>F15
součet [s]	31	33

Zdroj: autor

**Tabulka 34 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F8, F14**

střídání	F5>F8>F14	F5>F14>F8
součet [s]	33	33

Zdroj: autor

**Tabulka 35 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F8, F15**

střídání	F5>F8>F15	F5>F15>F8
součet [s]	33	33

Zdroj: autor

**Tabulka 36 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F9, F11**

střídání	F5>F9>F11	F5>F11>F9
součet [s]	33	33

Zdroj: autor

**Tabulka 37 Mezičasy pro pokrývací množinu F5, F9, F10**

střídání	F5>F9>F10	F5>F10>F9
součet [s]	33	33

Zdroj: autor

Pro křižovatku K2 Lobežská je tak na základě porovnání mezičasů nejvýhodnější sestava fází se střídáním F1>F14>F16.

Opět je třeba posoudit vhodnost pořadí těchto fází v rámci cyklu. Z tabulky č. 38 je patrné, že ve více fázích je obsažena signální skupina SG6 (která je ve fázích F14 a F16), dále signální skupina SG7 (obsažená ve fázích F14 a 16) a signální skupina SG10 (ve fázích F14 a F16). Při dodržení cyklu v pořadí  $_1F1>_2F14>_3F16$  (v tabulce č. 38 zvýrazněno tučným orámováním) nedochází k žádnému přerušení „zelené“ a uvedené pořadí v rámci cyklu může zůstat zachováno.

**Tabulka 38** Pořadí střídání fází v rámci cyklu

	F1	F14	F16	F1	F14	F16
SG1						
SG2						
SG3						
SG4						
SG5						
SG6						
SG7						
SG8						
SG9						
SG10						
SG11						
SG12						

Zdroj: autor

### *Křižovatka K3 Gambrinus*

V průběhu psaní této diplomové práce se křižovatka K3 Gambrinus ukázala jako nejproblématictější. Je zde 17 signálních skupin, které po sestrojení grafu bezkoliznosti a vyhledání maximálních kompletních podgrafů utvořily celkem 47 možných fázových skupin. Z důvodu velkého množství prověřovaných sestav fází jsou výsledky pouze v příloze na CD ve složce „5 Výpočet maximálních mezičasů“ (soubory *K3\_Gambrinus\_VMM1.xlsm* a *K3\_Gambrinus\_VMM2.xlsm*).

Pro křižovatku K3 Gambrinus jsou na základě porovnání mezičasů vhodné tyto sestavy fází: {F2>F25>F32>F22}, {F11>F25>F32>F22}, {F12>F25>F32>F22} a {F12>F25>F32>F23}, jejichž součty mezičasů jsou ve všech případech 31 s.



Opět je třeba posoudit vhodnost pořadí těchto fází v rámci cyklu. Z tabulky č. 39 je patrné, že pro možné střídání  $F2 > F25 > F32 > F22$  je ve více fázích je obsažena signální skupina SG2 (která je ve fázích F2 a F22), dále signální skupina SG11 (obsažená ve fázích F2, F25 a F32), signální skupina SG12 (fáze F2 a F22), signální skupina SG13 (fáze F2, F25, F22), signální skupina SG14 (fáze F2 a F32), signální skupina SG15 (ve fázích F25 a F32) a signální skupina SG16 (ve fázích F2 a F25). Na křižovatce K3 Gambrinus jsou hlavní směry prezentovány signálními skupinami SG1, SG2, SG3, SG5 a SG6. Doby „zelené“ pro tyto směry je nutno z důvodu koordinace zachovat nepřerušené.

**Tabulka 39** Pořadí střídání fází v rámci cyklu

	F2	F25	F32	F22	F2	F25	F32	F22
SG1								
SG2								
SG3								
SG4								
SG5								
SG6								
SG7								
SG8								
SG9								
SG10								
SG11								
SG12								
SG13								
SG14								
SG15								
SG16								
SG17								

Zdroj: autor

Pro křižovatku K3 Gambrinus a sestavu fází F2, F25, F32 a F22 nebylo nalezeno takové jejich pořadí, které by zaručovalo nerozdělenou „zelenou“ pro všechny signální skupiny.

Další posuzovanou sestavou je sestava fází F11, F25, F32 a F22. V tabulce č. 40 je tučným orámováním zvýrazněno střídání fází v rámci cyklu  ${}_1F22 > {}_2F11 > {}_3F25 > {}_4F32$ , při kterém není žádná ze „zelených“ přerušena.

**Tabulka 40** Pořadí střídání fází v rámci cyklu

	F11	F25	F32	F22	F11	F25	F32	F22
SG1								
SG2								
SG3								
SG4								
SG5								
SG6								
SG7								
SG8								
SG9								
SG10								
SG11								
SG12								
SG13								
SG14								
SG15								
SG16								
SG17								

Zdroj: autor

Další možnou sestavou je sestava tvořená fázemi F12, F25, F32 a F22, jak je patrné z tabulky č. 41:

**Tabulka 41** Pořadí střídání fází v rámci cyklu

	F12	F25	F32	F22	F12	F25	F32	F22
SG1								
SG2								
SG3								
SG4								
SG5								
SG6								
SG7								
SG8								
SG9								
SG10								
SG11								
SG12								
SG13								
SG14								
SG15								
SG16								
SG17								

Zdroj: autor

Rovněž pro tuto sestavu fází se nepodařilo nalézt takové jejich střídání, kdy by nebyla přerušena alespoň jedna „zelená“.

Poslední prověřovanou sestavou fází (v tabulce č. 42) na křižovatce K3 Gambrinus je sestava F12, F25, F32 a F23:

**Tabulka 42** Pořadí střídání fází v rámci cyklu

	F12	F25	F32	F23	F12	F25	F32	F23
SG1	■				■			
SG2				■				■
SG3		■				■		
SG4			■				■	
SG5	■				■			
SG6		■				■		
SG7			■				■	
SG8			■	■			■	■
SG9	■		■		■		■	
SG10			■				■	
SG11		■	■	■		■	■	■
SG12	■			■	■			■
SG13	■	■			■	■		
SG14			■	■			■	■
SG15	■	■	■		■	■	■	
SG16		■		■		■		■
SG17				■				■

Zdroj: autor

Tato sestava rovněž neumožňuje žádné pořadí střídání fází, při kterém by nebyla přerušena alespoň jedna „zelená“.

Pro křižovatku K3 Gambrinus je na základě provedeného porovnání pořadí střídání fází vybrána sestava s pořadím  $_1F22 > _2F11 > _3F25 > _4F32$ .

#### *Křižovatka K4 Jateční*

Zde byly nalezeny čtyři minimální pokrývací množiny: {F2, F3, F4, F10}, {F1, F4, F6, F10}, {F2, F3, F5, F8} a {F1, F5, F6, F8}.

Pro jednotlivé pokrývací množiny a jejich možná střídání je součet hodnot mezičasů uveden v tabulkách č. 43 – 46 (zeleným podbarvení je zvýrazněno střídání s minimálním součtem mezičasů):

**Tabulka 43 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F3, F4, F10**

střídání	F2>F3>F4>F10	F2>F4>F10>F3	F2>F10>F3>F4	F2>F3>F10>F4	F2>F4>F3>F10	F2>F10>F4>F3
součet [s]	47	47	40	45	42	37

Zdroj: autor

**Tabulka 44 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F4, F6, F10**

střídání	F1>F4>F6>F10	F1>F6>F10>F4	F1>F10>F4>F6	F1>F4>F10>F6	F1>F6>F4>F10	F1>F10>F6>F4
součet [s]	36	41	41	47	47	46

Zdroj: autor

**Tabulka 45 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F3, F5, F8**

střídání	F2>F3>F5>F8	F2>F5>F8>F3	F2>F8>F3>F5	F2>F3>F8>F5	F2>F5>F3>F8	F2>F8>F5>F3
součet [s]	44	47	39	47	41	38

Zdroj: autor

**Tabulka 46 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F5, F6, F8**

střídání	F1>F5>F6>F8	F1>F6>F8>F5	F1>F8>F5>F6	F1>F5>F8>F6	F1>F6>F5>F8	F1>F8>F6>F5
součet [s]	39	42	47	44	47	45

Zdroj: autor

Pro křižovatku K4 Jateční je na základě porovnání mezičasů nejvýhodnější střídání fází F1>F4>F6>F10.

Opět je třeba nalézt vhodné pořadí střídání fází v rámci cyklu tak, aby (pokud je to možné) nebylo přerušeno svícení žádné „zelené“. V tabulce č. 47 je vhodné pořadí střídání vyznačeno tučným orámováním:

**Tabulka 47 Pořadí střídání fází v rámci cyklu**

	F1	F4	F6	F10	F1	F4	F6	F10
SG1	<b>SG1</b>				<b>SG1</b>			
SG2	<b>SG2</b>				<b>SG2</b>			
SG3		<b>SG3</b>				<b>SG3</b>		
SG4			<b>SG4</b>				<b>SG4</b>	
SG5	<b>SG5</b>			<b>SG5</b>	<b>SG5</b>			<b>SG5</b>
SG6		<b>SG6</b>				<b>SG6</b>		
SG7			<b>SG7</b>				<b>SG7</b>	
SG8				<b>SG8</b>				<b>SG8</b>
SG9				<b>SG9</b>				<b>SG9</b>
SG10			<b>SG10</b>				<b>SG10</b>	
SG11	<b>SG11</b>	<b>SG11</b>	<b>SG11</b>		<b>SG11</b>	<b>SG11</b>	<b>SG11</b>	
SG12	<b>SG12</b>			<b>SG12</b>	<b>SG12</b>			<b>SG12</b>
SG13	<b>SG13</b>	<b>SG13</b>			<b>SG13</b>	<b>SG13</b>		

Zdroj: autor

V rámci cyklu je vhodné řazení fází  $_1F_{10}>_2F_1>_3F_4>_4F_6$ , protože při tomto pořadí střídání nedochází k přerušení svícení žádné „zelené“.

### *Křižovatka K5 Pietas*

Pro křižovatku K5 Pietas bylo nalezeno osm minimálních pokrývacích množin: {F3, F5, F8, F25}, {F2, F8, F11, F25}, {F2, F8, F12, F25}, {F3, F5, F9, F16}, {F2, F9, F12, F16}, {F2, F9, F11, F16}, {F3, F4, F9, F16}, {F3, F4, F8, F25}.

Pro jednotlivé pokrývací množiny a jejich možná střídání je součet hodnot mezičasů uveden v tabulkách č. 48 - 55:

**Tabulka 48 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F5, F8, F25**

střídání	F3>F5>F8>F25	F3>F8>F25>F5	F3>F25>F5>F8	F3>F5>F25>F8	F3>F8>F5>F25	F3>F25>F8>F5
součet [s]	46	48	47	44	47	44

Zdroj: autor

**Tabulka 49 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F8, F11, F25**

střídání	F2>F8>F11>F25	F2>F8>F25>F11	F2>F11>F8>F25	F2>F11>F25>F8	F2>F25>F11>F8	F2>F25>F8>F11
součet [s]	44	48	44	46	46	44

Zdroj: autor

**Tabulka 50 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F8, F12, F25**

střídání	F2>F8>F12>F25	F2>F12>F25>F8	F2>F25>F8>F12	F2>F8>F25>F12	F2>F12>F8>F25	F2>F25>F12>F8
součet [s]	44	46	44	48	45	47

Zdroj: autor

**Tabulka 51 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F5, F9, F16**

střídání	F3>F5>F9>F16	F3>F9>F16>F5	F3>F16>F5>F9	F3>F5>F16>F9	F3>F9>F5>F16	F3>F16>F9>F5
součet [s]	39	47	40	43	46	43

Zdroj: autor

**Tabulka 52 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F9, F12, F16**

střídání	F2>F9>F12>F16	F2>F12>F16>F9	F2>F16>F9>F12	F2>F9>F16>F12	F2>F12>F9>F16	F2>F16>F12>F9
součet [s]	36	45	43	41	43	46

Zdroj: autor

**Tabulka 53 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F9, F11, F16**

střídání	F2>F9>F11>F16	F2>F11>F16>F9	F2>F16>F9>F11	F2>F9>F16>F11	F2>F11>F9>F16	F2>F16>F11>F9
součet [s]	36	45	43	41	43	46

Zdroj: autor

**Tabulka 54 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F4, F9, F16**

střídání	F3>F4>F9>F16	F3>F9>F16>F4	F3>F16>F4>F9	F3>F4>F16>F9	F3>F9>F4>F16	F3>F16>F9>F4
součet [s]	40	47	40	44	46	43

Zdroj: autor

**Tabulka 55 Mezičasy pro pokrývací množinu F3, F4, F8, F25**

střídání	F3>F4>F8>F25	F3>F8>F25>F4	F3>F25>F4>F8	F3>F4>F25>F8	F3>F25>F8>F4	F3>F8>F4>F25
součet [s]	40	48	40	45	44	47

Zdroj: autor

Minimální součty mezičasů pro křižovátku K5 Pietas vyšly podle provedeného porovnání pro střídání fází F2>F9>F12>F16 a F2>F9>F11>F16. Obě možná střídání mají shodný součet mezičasů 36 s. Pro obě střídání fází bude provedeno porovnání střídání fází v rámci cyklu (tabulky č. 56 a 57):

**Tabulka 56 Pořadí střídání fází v rámci cyklu**

	F2	F9	F12	F16	F2	F9	F12	F16
SG1	■				■			
SG2	■				■			
SG3		■				■		
SG4			■				■	
SG5				■				■
SG6			■				■	
SG7	■	■			■	■		
SG8				■				■
SG9		■				■		
SG10				■				■
SG11		■	■	■		■	■	■
SG12	■			■	■			■
SG13	■	■			■	■		
SG14			■				■	
SG15	■	■		■	■	■		■
SG16	■	■	■		■	■	■	
SG17			■	■			■	■

Zdroj: autor

V případě střídání fází F2>F9>F12>F16 je při jakémkoliv pořadí střídání v rámci cyklu přerušeno svícení minimálně dvou „zelených“.

Tabulka 57 Pořadí střídání fází v rámci cyklu

	F2	F9	F11	F16	F2	F9	F11	F16
SG1								
SG2								
SG3								
SG4								
SG5								
SG6								
SG7								
SG8								
SG9								
SG10								
SG11								
SG12								
SG13								
SG14								
SG15								
SG16								
SG17								

Zdroj: autor

Také v případě sestavy fází  $F2 > F9 > F11 > F16$  dochází k přerušení svícení zelených při jakémkoliv pořadí. Jako nejvhodnější proto bylo zvoleno pořadí střídání fází v rámci cyklu  ${}_1F11 > {}_2F16 > {}_3F2 > {}_4F9$ , kdy dochází pouze k jednomu přerušení svícení „zelené“ (výše v tabulce č. 57 vyznačeno tučným orámováním). Stejně, jako je tomu v případě křižovatky K1 Sirková, bude nutno v dalším kroku v MS Excel, nástroji Řešitel, správně zadat omezující podmínky pro dva začátky a dva konce svícení zelené v rámci cyklu pro signální skupinu SG11.

### *Křižovatka K6 Jiřinová*

Pro křižovatku K6 Jiřinová byly nalezeny dvě minimální pokrývací množiny:  $\{F1, F2, F4\}$ ,  $\{F1, F4, F5\}$ . Pro jednotlivé pokrývací množiny a možná střídání jsou součty hodnot mezičasů uvedeny v tabulkách č. 58 – 59 (zeleným podbarvením označeno střídání s minimálním součtem mezičasů):



**Tabulka 58 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F2, F4**

střídání	F1>F2>F4	F1>F4>F2
součet [s]	28	24

Zdroj: autor

**Tabulka 59 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F4, F5**

střídání	F1>F4>F5	F1>F5>F4
součet [s]	25	28

Zdroj: autor

Pro křižovatku K6 Jiřinová je tak na základě porovnání mezičasů nejvýhodnější sestava fází se střídáním F1>F4>F2.

V tabulce č. 60 je tučným orámováním zvýrazněno pořadí střídání fází v rámci cyklu, při kterém nedochází k přerušení svícení „zelené“ žádné signální skupiny:

**Tabulka 60 Pořadí střídání fází v rámci cyklu**

	F1	F4	F2	F1	F4	F2
SG1						
SG2						
SG3						
SG4						
SG5						
SG6						
SG7						
SG8						
SG9						

Zdroj: autor

Vhodným pořadím střídání fází je  ${}_1F2>{}_2F1>{}_3F4$ .

### *Křižovatka K7 Hřbitovní*

Pro křižovatku K7 Hřbitovní byly nalezeny dvě minimální pokrývací množiny: {F1, F7, F8}, {F2, F4, F7}. Pro jednotlivé pokrývací množiny a možná střídání je součet hodnot mezičasů uveden v tabulkách č. 61 – 62 (zeleným podbarvením je označeno střídání s minimálním součtem mezičasů):

**Tabulka 61 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F7, F8**

střídání	F1>F7>F8	F1>F8>F7
součet [s]	30	28

Zdroj: autor

**Tabulka 62 Mezičasy pro pokrývací množinu F2, F4, F7**

střídání	F2>F4>F7	F2>F7>F4
součet [s]	28	27

Zdroj: autor

Pro křižovatku K7 je tak na základě porovnání mezičasů nejuvhodnější sestava fází se střídáním F2>F7>F4.

Analýzou střídání fází v rámci cyklu bylo jako vhodné pořadí střídání vybráno pořadí  ${}_1F2>{}_2F7>{}_3F4$ , které je v tabulce č. 63 zvýrazněno tučným orámováním. Při tomto střídání nedochází k žádnému přerušení svícení „zelené“.

**Tabulka 63 Pořadí střídání fází v rámci cyklu**

	F2	F7	F4	F2	F7	F4
SG1						
SG2						
SG3						
SG4						
SG5						
SG6						
SG7						
SG8						
SG9						
SG10						
SG11						
SG12						
SG13						

Zdroj: autor

### *Křižovatka K8 Tesco*

Pro křižovatku K8 Tesco byla nalezena jediná minimální pokrývací množina tvořená fázemi {F1, F4, F5}. V tabulce č. 64 je provedeno porovnání součtu mezičasů. Pro obě možná střídání, tj. F1>F4>F5 a F1>F5>F4, je minimální součet mezičasů shodný.

**Tabulka 64 Mezičasy pro pokrývací množinu F1, F4, F5**

střídání	1>4>5	1>5>4
součet [s]	29	29

Zdroj: autor

V tabulce č. 65 a 66 je tučným orámováním zvýrazněno střídání fází v rámci cyklu, při kterém nedochází k přerušení svícení žádné „zelené“.

**Tabulka 65 Pořadí střídání fází v rámci cyklu**

	F1	F4	F5	F1	F4	F5
SG1						
SG2						
SG3						
SG4						
SG5						
SG6						
SG7						

Zdroj: autor

**Tabulka 66 Pořadí střídání fází v rámci cyklu**

	F1	F5	F4	F1	F5	F4
SG1						
SG2						
SG3						
SG4						
SG5						
SG6						
SG7						

Zdroj: autor

Na křižovatce K8 Tesco je možno použít obě sestavy fází, tj. F1>F4>F5 i F1>F5>F4. Pro účely diplomové práce bude dále použito pořadí střídání fází v rámci cyklu  ${}_1F1>{}_2F5>{}_3F4$ .

### 3.2.3 Určení minimální doby trvání signálu „Volno“

Sestavený signální plán křižovatky musí samozřejmě zohledňovat intenzity na jednotlivých vstupech do křižovatky a nabídnout vozidlům dostatečně dlouhou dobu svícení zelené. Tuto minimální dobu svícení signálu „Volno“ je možné vypočítat podle následujícího vzorce:

$$d_i = \max\left\{\tau_i, \frac{s \cdot q_i \cdot c}{3600}\right\}$$

(1)

kde:

$\tau_i$  = nejnižší hodnota  $d_i$ , která je dána normami či předpisy (pro vozidlové proudy 6 s, pro chodecké proudy 5 s, pro tramvajové proudy 8 s),

$q_i$  = hodinová intenzita proudu vozidel v signální skupině SG (vyjádřená v jednotkových vozidlech),

$s$  = časový odstup mezi jednotkovými vozidly v saturovaném (nasyceném) proudu (dle TP 81 základní saturovaný tok 1800 jv/h, tj.  $3600/1800=2$  s),

$c$  = délka cyklu [s].

Tento výpočet má přímou vazbu na vypracování signálního plánu konkrétní křižovatky s využitím nástroje Řešitel softwaru MS Excel. Z uvedeného důvodu byly konkrétní výpočty prováděny přímo na jednom z listů souborů konkrétní křižovatky. Podrobné výsledky jsou v příloze na CD ve složce nazvané „6 Signální plány“. Jednotlivé soubory pak mají v názvu označení křižovatky, hodinu, a délku cyklu (např.: *K1\_Sirková\_SigPlan\_11\_80.xls*). Každý soubor obsahuje 3 listy:

- List „*Sig. pl 80 (100)*“ – list obsahuje nástrojem Řešitel vypočítané řešení signálního plánu pro konkrétní křižovatku,
- List „*H11, C80*“ – tento list obsahuje podklady pro výpočet signálního plánu, tedy intenzity a výše zmiňovaný výpočet minimální doby svícení signálu „Volno“ v závislosti na intenzitě a v souladu s požadavky norem,

- List „Pruhový graf“ – zde je graficky znázorněn nástroj Řešitel vypočítaný signální plán.

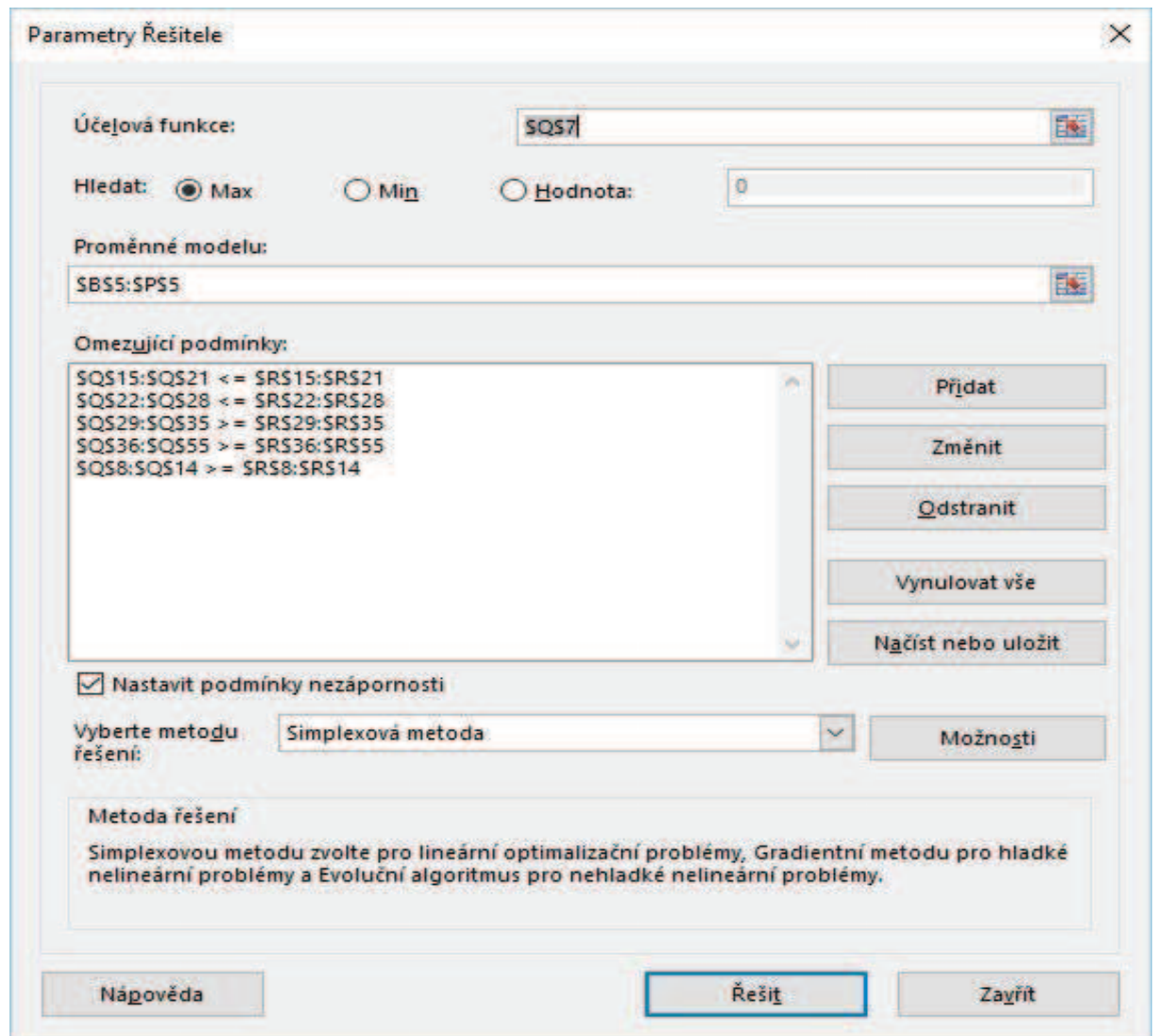
Na obrázku č. 30 je screen části okna s řešením, které vypočítal nástroj Řešitel:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	$f1 \geq f3 \geq f4$		délka cyklu 80 s ( $c = 80$ )																
2																			
3																			
4	$u$	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$	$y1$	$y2$	$y3$	$y4$	$y5$	$y6$	$y7$				
5	1,3248	0	7,0068	41,439	27,49	26,49	1	43,439	20,49	20,49	74	55,046	34,439	35,439	50,063				
6																			
7																			
8																	MAX		
9																	1,3248		
10			1														0		.0
11				1													7,0068		0
12					1												41,439		0
13						1											27,49		0
14							1										26,49		0
15								1									1		0
16									1								43,439		0
17										1							20,49		79
18											1						20,49		79
19												1					74		79
20													1				55,046		79
21														1			34,439		79
22															1		35,439		79
23																1	50,063		79
24			1							-1							-20,49		-0,00000001
25				1							-1						-13,484		-0,00000001
26					1							-1					-32,561		-0,00000001
27						1							-1				-27,556		-0,00000001
28							1							-1			-7,9488		-0,00000001
29								1							-1		-34,439		-0,00000001

Obrázek 30 Část okna s řešením vypočítaným nástrojem Řešitel

Zdroj: autor

Na obr. č. 31 je screen okna nástroje Řešitel se zadanými parametry výpočtu:



Obrázek 31 Screen okna nástroje Řešitel se zadanými parametry výpočtu

Zdroj: autor

Zatímco pro sestavu kartogramů křižovatek bylo nutno mikroprůzkumem získat data o počtech vozidel projíždějících křižovatkami do jednotlivých směrů (ramen), tak pro sestavu signálního plánu křižovatky nástrojem Řešitel v softwaru MS Excel bylo nutno zadat intenzity křižovatkových pohybů v dělení podle jednotlivých signálních skupin, aby bylo možné vypočítat, jak dlouho má daná signální skupina dovolovat jízdu vozidel. Problémem pro zadání bylo, pokud na křižovatce existuje signál S05 „Doplňková zelená šipka“. Z dat dopravních detektorů, popř. z provedeného mikroprůzkumu, bylo možno zjistit, jaký podíl vozidel projíždí křižovatkou přímo a jaký podíl vozidel odbočuje, není však možné stanovit, kolik z odbočujících vozidel může využít signálu volno klasické tříbarevné soustavy, a kolik vozidel projíždí na uvedený signál doplňkové směrové šipky. Důvodem je fakt, že na reálné křižovatce existuje nějaký „známý“ signální plán, zatímco v nástroji Řešitel vznikne tento signální plán zcela nově. Podstatné je, aby součet dob svícení signálu „Volno“ klasické tříbarevné soustavy a doplňkové směrové šipky byl roven, příp. větší, než je požadovaná minimální délka svícení „zelené“ pro konkrétní křižovatkový pohyb. Intenzita pro signální skupinu reprezentovanou doplňkovou směrovou šipkou byla proto zvolena odhadem na základě pozorování (mikroprůzkum). Tato intenzita pak byla odečtena od signální skupiny klasické tříbarevné soustavy pro daný křižovatkový pohyb. Takto byly upraveny intenzity pro následující signální skupiny (křižovatkové pohyby):

- Křižovatka K1 Sirková: signální skupina SG7 (klasická tříbarevná soustava, ca 84 % vozidel mimo špičku, ca 77 % ve špičce) a SG10 (doplňková směrová šipka, ca 16 % vozidel mimo špičku, ca 23 % ve špičce).
- Křižovatka K2 Lobežská: signální skupina SG5 (klasická tříbarevná soustava, ca 90 % vozidel mimo špičku i ve špičce) a SG6 (doplňková směrová šipka, ca 10 % vozidel mimo špičku i ve špičce),
- Křižovatka K3 Gambrinus: signální skupina SG4 (ca 80 % vozidel mimo špičku, ca 75 % vozidel ve špičce), a SG7 (ca 50 % vozidel mimo špičku, ca 70 % vozidel ve špičce) – obě signální skupiny klasická tříbarevná soustava, a signální skupiny SG8 (ca 20 % vozidel mimo špičku, ca 25 % vozidel ve špičce) a SG9 (ca 50 % vozidel mimo špičku, ca 30 % vozidel ve špičce), obě signální skupiny doplňkové směrové šipky,

- Křižovatka K4 Jateční: signální skupina SG3 (klasická tříbarevná soustava, ca 77 % vozidel mimo špičku, ca 91 % vozidel ve špičce) a SG13 (doplňková směrová šipka, ca 23 % vozidel mimo špičku, ca 9 % vozidel ve špičce),
- Křižovatka K5 Pietas: signální skupiny SG3 (ca 91 % vozidel mimo špičku, ca 90 % vozidel ve špičce), a SG5 (ca 75 % vozidel mimo špičku i ve špičce), obě signální skupiny klasická tříbarevná soustava, a signální skupiny SG7 (ca 9 % vozidel mimo špičku a ca 10 % vozidel ve špičce) a SG8 (ca 25 % vozidel mimo špičku i ve špičce), obě signální skupiny doplňkové směrové šipky,
- K7 Hřbitovní: signální skupina SG6 (klasická tříbarevná soustava, ca 78 % vozidel mimo špičku, ca 82 % vozidel ve špičce) a SG7 (doplňková směrová šipka, ca 22 % vozidel mimo špičku, ca 18 % vozidel ve špičce),
- K8 Tesco: signální skupina SG1 (klasická tříbarevná soustava, ca 91 % vozidel mimo špičku, ca 89 % vozidel ve špičce) a SG6 (doplňková směrová šipka, ca 11 % vozidel mimo špičku, ca 9 % vozidel ve špičce).

Grafickým výsledkem sestaveného signálního plánu, který byl vypočten nástrojem Řešitel, je pruhový graf. Ten zachycuje okamžik rozsvícení i okamžik zhasnutí signálu „Volno“.

Dalším krokem sladit signální plány sousedních křižovatek tak, aby na sebe navazovaly.



### 3.3 Koordinování činnosti SSZ

V definici základních pojmů v kapitole 2.1.1 bylo zmíněno, že koordinace SSZ je výsledkem sladění signálních plánů sousedních křižovatek umožňující průjezd vozidel co největším počtem těchto křižovatek. Pro splnění tohoto cíle je nutno, aby vozidla jela určitou rychlostí. K tomu je potřeba řidiče o nutnosti dodržení této rychlosti informovat dopravním značením.

#### 3.3.1 Dopravní značení na úseku s koordinovanou činností SSZ

Na úseku s koordinovanou činností SSZ je účelné zřídit takové dopravní značení, které bude řidiče informovat o:

- skutečnosti, že se nacházejí v úseku s koordinovanou činností SSZ,
- rychlosti, jakou mají úsekem projíždět.

V současnosti platná vyhláška č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, zná jen proměnné dopravní značení (světelné signály S 12a „Rychlostní signál s proměnným signálním znakem“ a S 12b „Rychlostní signál s více signálními znaky“). To informuje řidiče vozidel o tom, jakou rychlostí by měli jet, aby k dalšímu světelnému signálu „Volno“ dojeli plynule a bez zastavení. Samotné dopravní značení s využitím rychlostních signálů však není nutnou podmínkou zřízení koordinace činnosti SSZ.

Další možností, která však v tuto chvíli není zapracovaná v uvedené vyhlášce a nemá tak oporu v platné legislativě, je použití neproměnného dopravního značení. Takový příklad z německého města Mühlheim a. d. Ruhr je na obrázku v příloze „B“.

Každý z uvedených způsobů má jak svá pozitiva, tak negativa. Využití proměnného dopravního značení pomocí světelných signálů S12a a S12b by bylo nákladnější vzhledem k nutnosti umístit v úseku s koordinovanou činností SSZ nová návěstidla. Taková návěstidla by mohla být umístěna buď na stávající stožáry SSZ, tedy v místě křižovatek, nebo na samostatné stožáry v jakýchsi kontrolních mezilehlých bodech mezi křižovatkami. To by s sebou přineslo nutnost zřídit příslušnou infrastrukturu pro přívod elektrické energie a pro

přenos dat z dopravní ústředny. Oproti tomu neproměnné dopravní značení, jaké je na obrázku v příloze B, by šlo zřídit a osadit jednak velmi rychle, a zároveň také s minimálními náklady na instalaci. Přitom pro informování řidičů je přínos takového značení srovnatelný se zřízením proměnných návěstidel. Nevýhodou je pak samotná neproměnnost, díky které není možné uvažovat o dynamickém řízení provozu v úseku. Zřízení neproměnného dopravního značení lze na základě uvedených skutečností doporučit především v místech, kde se neočekávají velké výkyvy v intenzitě provozu, a dále jako provizorní značení v místech s koordinovanou činností SSZ do doby instalace návěstidel umožňujících zobrazení proměnného dopravního značení.

Při psaní této diplomové práce se autor snažil zjistit, zda jsou návěstidla se světelnými signály S12a a S12b v současné době někde v ČR použita. Z minulých let je známo použití uvedených světelných signálů např. z města Klatovy (ulice Plzeňská, již zrušeno), z Prahy (ulice Vršovická, Evropská, nepoužíváno, zrušeno).

Funkční SSZ s proměnným signálním znakem je doposud použito v Hradci Králové na ulici Víta Nejedlého (silnice č. 11, příjezd ze směru od Třebechovic pod Orebem) a v jejím pokračování na ulici Okružní. Umístění návěstidel SSZ je vyznačeno na obrázku č. 32 třemi černými křížky.



Obrázek 32 Hradec Králové

Zdroj: autor

Návěstidla na zmíněném úseku jsou schopna signalizovat rychlosti 40, 50 a 60 km·hod<sup>-1</sup>.

Se žádostí o další informace byli osloveni odborníci z firmy AŽD Praha s. r. o., která se prostřednictvím organizační jednotky „Divize Automatizace silniční techniky Brno“ (DST) problematikou světelné signalizace zabývá. Z obdržené emailové odpovědi (citováno bez úprav):

*„Použití rychlostních signálů S 12b bylo bum na konci 70. a v 80. letech min. století. Tehdy se začaly SSZ spojovat do koordinovaných skupin, ale v pevných délkách cyklu řízení.*

*Při použití dynamického řízení, kdy nevíme, jak bude v daný okamžik dlouhá zelená nebo cyklus, nelze naprogramovat svícení rychlostního návěstidla. Musí být v předstihu cca 30-50s min.*

*Stejný problém dělá dynamika řízení SSZ pro použití "blikavé zelené" na konci signálu volno, nebo při použití odpočítavačů času.*

*Abychom mohli tyto nadstavby řízení SSZ použít, musíme degradovat řízení SSZ do pevných časů, což je špatně a krok zpět.*

*Řidiči tento rychlostní signál S 12b většinou moc nerespektovali.*

*U námi, AŽD Dast Brno nyní servisovaných SSZ, není nikde už tento signál použit.*

*Domnívám se, že jsou ještě v provozu rychlostní návěstidla na tahu ulic Foerstrova-Albertova-Velkomoravská v Olomouci. Info - TS Olomouc, p. Svitavský 603 192 547*

*Signál S12a s proměnným znakem rychlosti, jsem u SSZ nikde neregistroval.*

*Jiří FIBICH, technik SSZ“.*

Na obrázku č. 33 je pohled na návěstidlo s proměnným znakem rychlosti v Hradci Králové:



Obrázek 33 Návěstidlo SSZ v Hradci Králové

Zdroj: autor



### 3.3.2 Tvorba návrhu řešení koordinace činnosti SSZ

Pro tvorbu řešení koordinace je třeba znát:

- odhad rychlosti jedoucích vozidel,
- stanovit jednotnou společnou délku cyklu.

Délka cyklu je stanovena pro období mimo špičku na 80 s, pro období špičky 100 s.

Ze zjištěných jízdních dob lze pro jednotlivé délky cyklů sestavit tabulku s hodnotami časů průjezdu čela hlavní vlny křižovatkami.

Postup zjištění časů:

- 1) Pro každý ze směrů se pro první křižovatku v pořadí zvolí čas průjezdu rovný 0.
- 2) K tomuto času se připočte jízdní doba na následující křižovatku; pokud je tato hodnota nižší, než je délka cyklu, zapíše se do tabulky jako čas průjezdu čela hlavní vlny, pokud je hodnota vyšší, než je délka cyklu, je nutno čas délky cyklu, popř. násobek tohoto času, od hodnoty odečíst. V tabulce č. 67 jsou uvedeny hodnoty času průjezdu čela hlavní kolony křižovatkami pro cykly o délce 80 s a 100 s.

Tabulka 67 Časy průjezdů

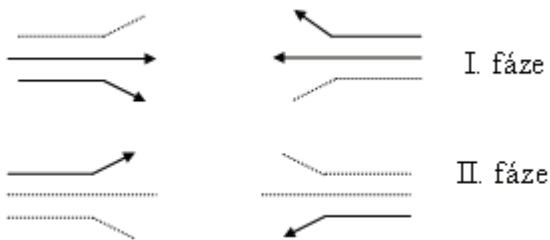
		Křižovatka							
směr		K1 Sirková	K2 Lobežská	K3 Gambrinus	K4 Jateční	K5 Pietas	K6 Jiřinová	K7 Hřbitovní	K8 Tesco
Jízdní doby [s]	K1 > K8		29	28	33	57	48	29	37
	K8 > K1	26	28	33	56	48	29	37	
cyklus									
100 [s]	K1 > K8	0	29	57	90	47	95	24	61
	K8 > K1	57	31	3	70	14	66	37	0
	rozdíl	57	2	-54	-20	-33	-29	13	-61
80 [s]	K1 > K8	0	29	57	10	67	35	64	21
	K8 > K1	17	71	43	10	34	66	37	0
	rozdíl	17	42	-14	0	-33	31	-27	-21

Zdroj: autor

Zjištěné rozdíly v časech průjezdů v jednotlivých směrech jsou vodítkem k určení sestavy fází. Jejich počet je závislý na rozdělení dopravních pohybů na křižovatce. Vždy jsou potřeba

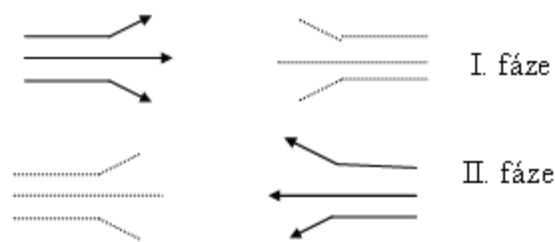
minimálně dvě fáze, v takovém případě se nejedná o bezkolizní řízení. Pro dosažení dokonale bezkolizního způsobu řízení by byly na tříramenné křižovatce potřeba tři fáze, na čtyřramenné křižovatce čtyři fáze. Zároveň však platí, že s každou další fází se zvyšují ztrátové časy a prodlužuje zdržení vozidel. Proto, pokud je to možné, je doporučeno navrhovat dvoufázové řízení.

Na obrázcích č. 34 a č. 35 je schéma základní a alternativní sestavy fází na hlavním směru. Základní sestava se používá tehdy, kdy jsou vyšší intenzity dopravních proudů na hlavních směrech (fáze I má delší trvání), dopravní proudy odbočující vlevo mají výrazně nižší intenzitu. Alternativní sestava fází se používá, pokud je to vhodné s ohledem na liniovou koordinaci, nebo pokud jeden z dopravních směrů má v některém období dne výrazně vyšší intenzitu. Vzhledem k tomu, že jsou potřeba dlouhé doby pro signál „Volno“ na hlavních směrech, zbývá pro vedlejší směry jen málo času.



Obrázek 34 Základní sestava fází

Zdroj: (14)



Obrázek 35 Alternativní sestava fází

Zdroj: (14)

Z těchto důvodů se má jejich navrhování omezit na nezbytnou míru, zvláště tam, kde je to vzhledem k bezpečnosti dopravy, intenzitám jednotlivých dopravních proudů nebo vzhledem k dopravním poměrům (např. odbočování tramvaje) nutné a kde nepostačí jednodušší

řešení. Vícefázové řízení (případně i použití směrových signálů) může být nutné i na jinak provozně zcela jednoduché křižovatce, pokud je zařazena do zelené vlny.

### 3.3.3 Návrh řešení koordinace činnosti SSZ na úseku komunikace I/26

Rovněž v této rozhodující části diplomové práce byl použit software MS Excel s doplňkem Řešitel. Pro zadání byly použity:

- Průměrné jízdní doby mezi jednotlivými křižovatkami v příslušných směrech,
- Časy rozsvícení signálu „Volno“ signálních skupin koordinovaných směrů na jednotlivých křižovatkách.

Kritériem pak byla minimalizace celkové doby čekání za oba směry.

Na obrázku č. 36 je náhled pracovní plochy excel se zadanými hodnotami:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		Cyklus	100	s	Zadat délku cyklu platnou na všech křižovatkách											
2	Úprava	Zač. cyklu	0		16	79	94	13	50	35	39		Posuny cyklů			
3	pro čekání		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8						
4			Sirková	Lobezská	Gambrinu:	Jateční	Pietas	Jiřinová	Hřbitovní	Tesco						
5	Vypsáno je řešení s min. diferencí vůbec.															
6																
7		Směr <-		42	0	4	70	0	0	0	26					
8		Jízdní doby <-		26	28	33	56	48	29	37						
9		Ideálně			16	-17	-73	-121	-150	-187	-187					
10		Korekce			16	83	27	79	50	13	13					
11																
12		Skut. zač. zelené			16	83	64	79	50	39	65					
13		Čekání			0	0	37	0	0	26	52					
14																
15																
16																
17		Směr ->		15	54	0	11	29	0	0	37					
18		Jízdní doby ->			29	28	33	57	48	29	37					
19		Ideálně			44	72	105	162	210	239	276					
20		Korekce			44	72	5	62	10	39	76					
21																
22		Skut. zač. zelené			70	79	5	8	50	39	76					
23		Čekání			26	7	0	46	40	0	0					
24																
25																
26																
27																

Obrázek 36 Excel

Zdroj: autor

Výsledky po zadání parametrů jsou patrné z tabulky č. 68:

**Tabulka 68 Doby zdržení před výpočtem**

	směr do centra	směr z centra	celkem
cyklus 80 [s]	266	206	472
cyklus 100 [s]	365	369	734

Zdroj: autor

Tyto hodnoty jsou příliš vysoké, především ve špičce je doba zdržení velmi vysoká. Nástrojem Řešitel bylo nalezeno podstatně lepší řešení, které je zachycené v tabulce č. 69:

**Tabulka 69 Doby zdržení po výpočtu nástrojem Řešitel**

	směr do centra	směr z centra	celkem
cyklus 80 [s]	63	83	146
cyklus 100 [s]	63	267	330

Zdroj: autor

V úvodu diplomové práce byl zmíněn průzkum provedený provozovatelem SSZ v Plzni, organizací SVSMP. Tento průzkum byl prováděn ve dvou etapách. I přesto, že výsledky nejsou zcela porovnatelné (průzkum v reálném provozu, odchýlný čas průzkumu, další zahrnutá křižovatka), bylo dosaženo výsledků prezentovaných v tabulce č. 70 (v reálném provozu, obě etapy, průměrné hodnoty):

**Tabulka 70 Doby zdržení z průzkumu prováděného SVSMP**

	směr do centra	směr z centra	celkem
mimo špičku [s]	78/83	57/70	135/153
ve špičce [s]	80/71	94/137	174/208

Zdroj: autor s využitím materiálů SVSMP

V tabulkách č. 69 a 70 jsou zeleně zvýrazněny nejlepší dosažené hodnoty, červeně naopak nejhorší zjištěné hodnoty.

Koordinace na řešeném úseku komunikace I/26 je problematická s ohledem na preferenci MHD na některých křižovatkách. Dalším přitěžujícím faktorem je pak velká intenzita provozu na křižovatkách K1 Sirková, K2 Lobežská a K4 Jateční.



Další nevýhodou pro koordinaci jsou i rozdílné vzdálenosti mezi jednotlivými křižovatkami. Z uvedeného důvodu je sladění signálních plánů v obou směrech současně problematické. S přihlédnutím ke geografické poloze města Plzeň a uspořádání jeho dopravní sítě (pozemních komunikací pro silniční dopravu), kdy se všechny hlavní komunikace protínají prakticky ve středu města (při neexistenci dalších částí obchvatu, který je v současnosti tvořen pouze dálnicí D5 a částečně ulicí Regensburská), je vhodné dát přednost variantě, kdy je preferován výjezd vozidel z města.

Z toho důvodu byly v doplňku Řešitel dodatečně nastaveny podmínky požadující na výjezdu z města menší zdržení než na vjezdu do města. Výsledky, jichž bylo dosaženo, jsou v tabulce č. 71:

**Tabulka 71 Doby zdržení při upřednostnění směru z centra města**

	směr do centra	směr z centra	celkem
cyklus 80 [s]	109	49	158
cyklus 100 [s]	169	73	242

Zdroj: autor s využitím materiálů SVSMP

### 3.3.4 Zhodnocení navrženého řešení

Výpočet signálních plánů křižovatek na řešeném úseku, provedený nástrojem Řešitel, vycházel jednak ze skutečně zjištěných intenzit provozu, a dále z normových požadavků na dobu svícení signálu „Volno“ pro jednotlivé skupiny uživatelů pozemní komunikace, tj. automobily, chodce a tramvaje.

Navržené řešení připouští omezení uživatelů na vjezdu do města (větší zdržení). Tento aspekt zdržení zde může působit ve prospěch volby alternativních tras pro jízdu přes město nebo do jeho jednotlivých částí. Naopak výjezd z města by bylo žádoucí zachovat co nejrychlejší a nejplynulejší.

Při sestavě signálních plánů by byl větší prostor pro vozidlové proudy, pokud by bylo možné neuvažovat v nich s chodci, a „chodecká“ signální skupina by byla zařazena pouze na vyzvání po obsluze tzv. chodeckého tlačítka.

Provozu na řešeném úseku by prospělo i to, pokud by byla upravena možnost odbočení vpravo zřízením spojovací větve pro odbočení vpravo tak, aby jízda v průběžných pruzích (a tedy koordinovaném směru) byla co nejméně rušena.

Navržené úpravy na řešeném úseku:

- Na křižovatce K2 Lobežská prodloužit odbočovací pruh pro odbočení vlevo ve směru z ulice U Prazdroje do ulice Lobežská,
- Na křižovatce K3 Gambrinus zřídit samostatný odbočovací pruh (nebo spojovací větev pro odbočení vpravo) pro odbočení z ulice U Prazdroje směrem k OC Hornbach,
- Na křižovatce K4 Jateční prodloužit odbočovací pruhy pro levé odbočení z ulice U Prazdroje do ulice Jateční, zřídit samostatný odbočovací pruh (nebo spojovací větev pro odbočení vpravo) pro odbočení z ulice U Prazdroje do ulice Cvokařská,
- Na všech křižovatkách, kde jsou „chodecké“ signální skupiny, zřídit chodecká tlačítka.

## Závěr

Cílem této diplomové práce bylo prověření možnosti zavedení koordinované činnosti SSZ na části průtahu I/26 ve městě Plzeň, tzv. zelené vlny, a to konkrétně na úseku mezi křižovatkami centrem města a jeho koncem ve směru k dálnici D5 na Prahu.

Toto bylo inspirováno vyučovaným předmětem „Teorie dopravy“, kde byla probírána tvorba signálního plánu s využitím doplňku Řešitel v softwaru MS Excel. V průběhu zpracování se však ukázalo, že křižovatky na řešeném úseku jsou podstatně složitější nejen z pohledu většího počtu signálních skupin, které na nich jsou, ale i s ohledem na větší množství variant. Bylo opakovaně dosaženo limitu omezujících podmínek, a příklad se tak stal neřešitelný. Z uvedeného důvodu byla hledána alternativa, ta byla nalezena v podobě doplňku opensolver, který je volně ke stažení na stránkách [opensolver.org](http://opensolver.org).

Teprve s tímto doplňkem bylo možné vytvořit signální plány křižovatek, především K3 Gambrinus a K5 Pietas, kde je celkem 17 signálních skupin (v obou případech).

Řešení koordinace se povedlo nalézt pouze částečně. Při porovnání s průzkumem, který byl proveden SVSMP jako provozovatelem SSZ v Plzni, bylo dosaženo téměř obdobných výsledků. I závěr je proto obdobný. Koordinace na řešeném úseku je sice možná, ale pouze za cenu zhoršení průjezdu v jiném, než koordinovaném směru.

Pokud by bylo k takové koordinaci přistoupeno, bylo by vhodné preferovat koordinování směru z centra města směrem pryč. V opačném případě by mohlo dojít k nevhodnému hromadění vozidel na křižovatkách v samotném centru města a vzniku kongescí, což by způsobilo obrovskou zátěž jak pro obyvatele, tak pro město samé, a vedlo by nepochybně ke zhoršení kvality MHD.

Naproti tomu lze předpokládat, že při znesnadnění vjezdu do centra města Plzeň by řidiči hledali alternativní trasy vedoucí mimo centrum, a rovněž by (při zachování preference MHD na křižovatkách) mohlo vést k nárůstu podílu přepravovaných cestujících. U OC Tesco na Rokycanské, tj. v blízkosti křižovatky K8 Tesco, je jednak dostatek parkovacích míst (možnost zřízení parkoviště P+R), a také je zde snadno dosažitelná MHD.

## Seznam použitých informačních zdrojů

1. **Grohmann, Jan.** Ověření zelené vlny na Rokycanské. *Správa veřejného statku města Plzně*. [Online] 31. 03 2015. [Citace: 30. 04 2015.] <http://www.svsmp.cz/svetelna-signalizace/overeni-zelene-vlny-na-rokycanske.aspx>.
2. **Počet obyvatel v obcích - k 1. 1. 2015.** *Český statistický úřad*. [Online] 25. 07 2015. [Citace: 15. 11 2015.] Tab. 3 Počet obyvatel v obcích České republiky k 1.1.2015, s. 44. <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112015>.
3. **Počet obyvatel v obcích - k 1. 1. 2015.** *Český statistický úřad*. [Online] 25. 07 2015. [Citace: 15. 11 2015.] Tab. 1 Počet obyvatel v regionech soudržnosti, krajích a okresech České republiky k 1.1.2015, s. 6. <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112015>.
4. **Dálnice D5.** *Wikipedie*. [Online] 15. 07 2015. [Citace: 15. 11 2015.] Dílčí stavby. [https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%A1lnice\\_D5](https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%A1lnice_D5).
5. **Silniční a dálniční síť - Plzeňský kraj.** *Ředitelství silnic a dálnic*. [Online] 01. 07 2015. [Citace: 15. 11 2015.] [https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/619159ef-e422-4365-988c-653133949d27/pl\\_kraj\\_157.jpg?MOD=AJPERES](https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/619159ef-e422-4365-988c-653133949d27/pl_kraj_157.jpg?MOD=AJPERES).
6. **Pouzar, Vladimír.** Technologie SSZ v Plzni. *Správa veřejného statku města Plzně*. [Online] 16. březen 2016. [Citace: 15. květen 2016.] <http://www.svsmp.cz/svetelna-signalizace/technologie-ssz-v-plzni-i-preference-mhd.aspx>.
7. **Západní okruh: oficiální informační server města Plzně.** *Město Plzeň*. [Online] 02. 02 2017. [Citace: 30. 04 2017.] <https://www.plzen.eu/obcan/zivot-v-plzni/doprava/zapadni-okruh/zapadni-okruh.aspx>.
8. **Ověření zelené vlny na Karlovarské.** *Správa veřejného statku města Plzně*. [Online] 01. 09 2014. [Citace: 15. 10 2016.] <http://www.svsmp.cz/svetelna-signalizace/overeni-zelene-vlny-na-karlovarske.aspx>.
9. **Ověření zelené vlny na Klatovské.** *Správa veřejného statku města Plzně*. [Online] 10. 10 2014. [Citace: 15. 10 2016.] <http://www.svsmp.cz/svetelna-signalizace/overeni-zelene-vlny-na-klatovske.aspx>.
10. **Ověření zelené vlny na Slovanské.** *Správa veřejného statku města Plzně*. [Online] 07. 06 2016. [Citace: 15. 10 2016.] <http://www.svsmp.cz/svetelna-signalizace/overeni-zelene-vlny-na-slovanske.aspx>.

11. **Řešený úsek.** *Mapy.cz.* [Online] 15. 11 2015. [Citace: 15. 11 2015.] <http://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=13.4108318&y=49.7448887&z=14&l=0&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&uc=9eKuAxW06p9eDsAfmK&ud=ulice%20Rokycansk%C3%A1%2C%20Plze%C5%88%2C%20okres%20Plze%C5%88-m%C4%9Bsto&ud=ulice%20Sirkov%C3%A1%2C%20Plze%C5%88%2C%20>
12. **Dopravní průzkumy.** *Správa veřejného statku města Plzně.* [Online] 26. 02 2018. [Citace: 17. 04 2018.] <http://www.svsmp.cz/dopravni-pruzkumy/>.
13. **Zákon o provozu na pozemních komunikacích - č. 361/2000 Sb. - Aktuální znění.** *Zákony pro lidi.cz.* [Online] 15. 11 2015. [Citace: 15. 11 2015.] <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>.
14. **Ledvinová, Michaela.** *Teorie dopravy.* Pardubice : Univerzita Pardubice, 2013.
15. **institut, Český normalizační.** *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích.* místo neznámé : Český normalizační institut, 2007.
16. **Bartoš, Luděk.** *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189.* Plzeň : EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-06-9.
17. **Interaktivní plán dopravy města Plzně.** *Mapový portál Marushka.* [Online] 15. 11 2015. [Citace: 15. 11 2015.] <http://gis.plzen.eu/IPD/>.
18. **Grohmann, Jan.** Preference MHD v Plzni se dále rozšiřuje. *Správa veřejného statku města Plzně.* [Online] 6. 5 2015. [Citace: 15. 11 2015.] <http://www.svsmp.cz/svetelna-signalizace/preference-mhd-v-plzni-se-dale-rozsiruje.aspx>.
19. **Prezentace výsledků sčítání dopravy 2010.** *Ředitelství silnic a dálnic ČR.* [Online] 2015. [Citace: 15. 11 2015.] Sekce Podrobné výsledky (dostupná po přihlášení).. <http://scitani2010.rsd.cz/pages/informations/default.aspx>.
20. **Martolos, Jan.** TP 81.pdf. *www.pjpk.cz.* [Online] 2015. [Citace: 15. březen 2016.] [www.pjpk.cz/TP%2081.pdf](http://www.pjpk.cz/TP%2081.pdf).
21. **Koordinace řízení - zelená vlna.** *Správa veřejného statku města Plzně.* [Online] [Citace: 15. 10 2016.] [http://www.svsmp.cz/Files/svs/svetelna\\_signalizace/KoordinaceRizeni-ZelenaVlna.pdf](http://www.svsmp.cz/Files/svs/svetelna_signalizace/KoordinaceRizeni-ZelenaVlna.pdf).
22. **Luhan, Jiří.** Členění komunikací na území města podle vlastníků a správců. *Správa veřejného statku města Plzně.* [Online] 20. 08 2015. [Citace: 15. 11 2015.]

<http://www.svsmp.cz/komunikace-a-mosty/prehledy/cleneni-komunikaci-na-uzemi-mesta-podle-vlastniku-a-spravcu-2.aspx>.

23. **Trasa průtahu I/26 městem Plzeň.** *Mapy.cz*. [Online] 15. 11 2015. [Citace: 15. 11 2015.]

[http://mapy.cz/zakladni?planovani-](http://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=13.3999662&y=49.7239222&z=12&rc=9eXeExVyDdaTN5uZ9eKZsgOn9eDqeDB3V0hJ393utEb-4aq01zDe1neLK&rl=49%C2%B044%2716.980%22N%2C%2013%C2%B030%2759.232%22E&rl=49%C2%B044%2745.634%22N%2C%2013%C2%B028%2747.988%22E&rl=ulice%20)

[\[4aq01zDe1neLK&rl=49%C2%B044%2716.980%22N%2C%2013%C2%B030%2759.232%22E&rl=49%C2%B044%2745.634%22N%2C%2013%C2%B028%2747.988%22E&rl=ulice%20.\]\(http://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=13.3999662&y=49.7239222&z=12&rc=9eXeExVyDdaTN5uZ9eKZsgOn9eDqeDB3V0hJ393utEb-4aq01zDe1neLK&rl=49%C2%B044%2716.980%22N%2C%2013%C2%B030%2759.232%22E&rl=49%C2%B044%2745.634%22N%2C%2013%C2%B028%2747.988%22E&rl=ulice%20\)](http://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=13.3999662&y=49.7239222&z=12&rc=9eXeExVyDdaTN5uZ9eKZsgOn9eDqeDB3V0hJ393utEb-</a></p></div><div data-bbox=)

24. **Bulíček, Josef a Ledvinová, Michaela.** *Řešené příklady z teorie a řízení dopravy.* Pardubice : Univerzita Pardubice, 2013.






25. **Ledvinová, Michaela.** *Dopravní inženýrství.* Pardubice : Univerzita Pardubice, 2013.

## **Seznam příloh**




Příloha A – Vyobrazení dopravních značek a světelných signálů

Příloha B – Světelné signály a dopravní značení na úsecích s koordinovanou činností SSZ




Příloha A – Vyobrazení dopravních značek a světelných signálů

V5		<p><b>Příčná čára souvislá</b></p> <p>Značka vyznačuje hranici křižovatky. Lze ji použít pro vyznačení místa pro zastavení vozidla v prostoru křižovatky.</p>
V6a		<p><b>Příčná čára souvislá se symbolem "Dej přednost v jízdě!"</b></p> <p>Značka vyznačuje hranici křižovatky. Lze ji použít pro vyznačení místa pro zastavení vozidla v prostoru křižovatky.</p>
V6b		<p><b>Příčná čára souvislá s nápisem STOP</b></p> <p>Značka vyznačuje hranici křižovatky. Značka vyznačuje místo, kde je řidič povinen zastavit vozidlo na příkaz značky „Stůj, dej přednost v jízdě!“.</p>
S5		<p><b>Doplňková zelená šipka</b></p>
S1a-S1c		<p><b>Tříbarevná soustava s plnými signály</b></p> <p>S1a Signál s červeným světlem “Stůj!”</p> <p>S1b Signál se žlutým světlem “Pozor!”</p> <p>S1c Signál se zeleným světlem “Volno”</p>



S2a-S2c		<p><b>Tříbarevná soustava se směrovými signály</b></p> <p>S2a Signál se směrovou šipkou s červeným světlem “Stůj!”</p> <p>S2b Signál se směrovou šipkou se žlutým světlem “Pozor!”</p> <p>S2c Signál se zelenou směrovou šipkou “Volno”</p>
S3a-S3c		<p><b>Tříbarevná soustava s kombinovanými směrovými signály</b></p> <p>S3a Signál s kombinovanou směrovou šipkou s červeným světlem “Stůj!”</p> <p>S3b Signál s kombinovanou směrovou šipkou se žlutým světlem “Pozor!”</p> <p>S3c Signál s kombinovanou zelenou směrovou šipkou “Volno”</p>
S6		<p>Signál pro opuštění křižovatky</p>

Příloha B – Světelné signály a dopravní značení na úsecích s koordinovanou činností SSZ

S12a		<p><b>Rychlostní signál s proměnným signálním znakem</b></p> <p>Řidič je tímto signálem informován o tom, jakou rychlostí by měl jet, aby k dalšímu světelnému signálu „Volno“ dojel plynule a bez zastavení.</p>
S12b		<p><b>Rychlostní signál s více signálními znaky</b></p> <p>Řidič je rozsvícením příslušného rychlostního signálu informován o tom, jakou rychlostí by měl jet, aby k dalšímu světelnému signálu „Volno“ dojel plynule a bez zastavení.</p>
Zahraničí		<p>Neproměnné dopravní značení na úsecích s koordinovanou činností SSZ – příklad ze SRN.</p>